

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002214550 A

(43) Date of publication of application: 31.07.02

(51) Int. Cl.

G02B 26/08
G02B 27/18
H04N 1/036
H04N 1/113
H04N 5/66
H04N 5/74
// B41J 2/445

(21) Application number: 2001010870

(22) Date of filing: 18.01.01

(71) Applicant: RICOH CO LTD

(72) Inventor:
OTAKA KOICHI
KATO SEIICHI
NANJO TAKESHI
HORIIE MASANORI
OTA HIDEKAZU

(54) OPTICAL MODULATOR AND ITS
MANUFACTURING METHOD, OPTICAL
INFORMATION PROCESSOR EQUIPPED WITH
THE OPTICAL MODULATOR, IMAGE FORMING
APPARATUS EQUIPPED WITH THE OPTICAL
MODULATOR, AND IMAGE
PROJECTION/DISPLAY UNIT EQUIPPED WITH
THE OPTICAL MODULATOR

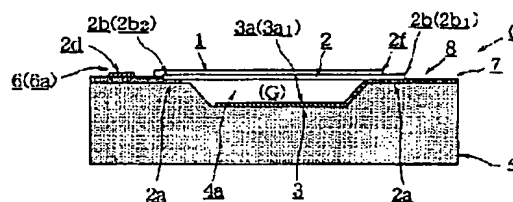
by regulating deformation of the beam 2 due to an application of the driving voltage of the electrode 3 by contact, and a base board 4 which forms the electrode 3 consisting of the facing surface 3a in recessed part 4a and holds a part to be held 2a of the beam 2.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low cost optical modulator having a simple structure of conducting optical modulation by changing reflection direction of the incident light, high responsiveness and few manufacturing processes in which wavelength of incident light to be used is not restricted, and whose operation is stable and whose reliability is high, and a manufacturing method of the optical modulator.

SOLUTION: The optical modulator consists of both end supported beam 2 that is formed with the thin film which combines and constitutes the light reflection film 1 in one surface, and both ends of which are fixed, and which is deformed by the electrostatic force, a substrate electrode 3 which applies the driving voltage oppositely to the beam 2 through the gap G formed in the other surface of the beam 2, a facing surface 3a in which the electrode 3 opposes to the beam 2 which conducts optical modulation of the incident light of a reflection means 1



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-214550

(P2002-214550A)

(43) 公開日 平成14年7月31日 (2002.7.31)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーコード ⁷ (参考)		
G 0 2 B	26/08	G 0 2 B	26/08	J	2 C 1 6 2
	27/18		27/18	Z	2 H 0 4 1
H 0 4 N	1/036	H 0 4 N	1/036	Z	5 C 0 5 1
	1/113		5/66	Z	5 C 0 5 8
	5/66		5/74	B	5 C 0 7 2
審査請求 未請求 請求項の数44 O L (全 40 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2001-10870 (P2001-10870)

(22) 出願日 平成13年1月18日 (2001.1.18)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 大高 剛一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 加藤 静一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 南條 健

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

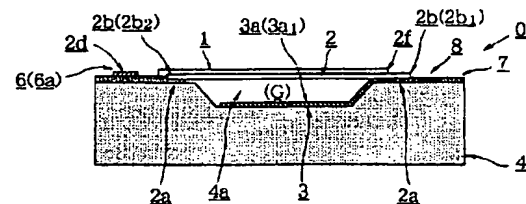
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光変調装置及びその光変調装置の製造方法並びにその光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像形成装置及びその光変調装置を具備する画像投影表示装置

(57) 【要約】

【課題】 入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く、製造工程が少なく低コストの光変調装置及びその光変調装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 光反射膜1を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁2と、両持ち梁2の他方の面に形成される空隙Gを介して両持ち梁2に対向して駆動電圧を印加する基板電極3と、基板電極3の駆動電圧の印加による両持ち梁2の変形を当接により規制して反射手段1の入射光の光変調を行う両持ち梁2に基板電極3が対向する対向面3aと、対向面3aからなる基板電極3を凹部4aに形成して両持ち梁2の被保持部2aを保持する基板4とからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置において、入射光を正反射する光反射膜と、上記光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁と、上記両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して上記両持ち梁に対向する基板電極と、上記基板電極への駆動電圧の印加による上記両持ち梁の変形を当接により規制して上記光反射膜の入射光の光変調を行う上記両持ち梁に上記基板電極が対向する対向面と、上記対向面からなる上記基板電極を凹部に形成して上記両持ち梁の被保持部を保持する基板とからなることを特徴とする光変調装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光変調装置において、上記光反射膜は、金属薄膜で形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項3】 請求項1に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、低抵抗材で形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項4】 請求項3に記載の光変調装置において、上記両持ち梁の低抵抗材は、シリコンを不純物により低抵抗化して形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項5】 請求項1、2、3又は4に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、単結晶シリコン薄膜で形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項6】 請求項1又は2に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、多結晶シリコン薄膜で形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項7】 請求項1、2、3又は4に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、窒化シリコン薄膜で形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項8】 請求項1、2、3、4、5、6又は7に記載の光変調装置において、上記両持ち梁の被保持部は、相対する両端部の2辺を基板に固定されることを特徴とする光変調装置。

【請求項9】 請求項1、2、3、4、5、6、7又は8に記載の光変調装置において、基板に保持される上記両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺と他方の辺間の距離は、上記2辺の上記一方の辺又は上記他方の辺の長さに比べて等しいか長くなるように固定したことを特徴とする光変調装置。

【請求項10】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8又は9に記載の光変調装置において、上記基板は、複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極とを1次元アレー形状に配置したことを特徴とする光変調装置。

【請求項11】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8又は9に記載の光変調装置において、上記基板は、複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極とを2次元アレー形状に配置したことを特徴とする光変調装置。

【請求項12】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10又は11に記載の光変調装置において、上記基板電極の対向面は、上記両持ち梁に対し平行の面で対向する平行対向面とからなることを特徴とする光変調装置。

【請求項13】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10又は11に記載の光変調装置において、上記基板電極の対向面は、上記両持ち梁に対し一部が非平行の面で対向する一部非平行対向面とからなることを特徴とする光変調装置。

【請求項14】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10又は11に記載の光変調装置において、基板電極の対向面は、上記両持ち梁に対し複数の非平行の面で対向する複数非平行対向面とからなることを特徴とする光変調装置。

【請求項15】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10又は11に記載の光変調装置において、上記基板電極の対向面は、上記両持ち梁に対し全面が非平行の面で対向する全面非平行対向面とからなることを特徴とする光変調装置。

【請求項16】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14又は15に記載の光変調装置において、上記基板は、光透過性ガラス材からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項17】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15又は16に記載の光変調装置において、上記基板は、単結晶シリコン材からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項18】 請求項17に記載の光変調装置において、上記基板の単結晶シリコン材中には、駆動回路の一部又は全部が形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項19】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、13、14、15、16、17又は18に記載の光変調装置において、上記基板に保持された両持ち梁と対向する上記基板の凹部上に形成された基板電極との間に形成される空隙は、非平行の傾斜面からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項20】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、13、14、15、16、17、18又は19に記載の光変調装置において、上記両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される空隙は、基板に保持された上記両持ち梁の相対する両端部の2辺間で非平行の傾斜面からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項21】 請求項19又は20に記載の光変調装置において、上記両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙は、上記基板に保持された上記両持ち梁の中央部において最大であり、上記両持ち梁の相対する両端部の上記2辺から上記両持ち梁の中央部に向かって順次増加する形状であること

を特徴とする光変調装置。

【請求項22】 請求項19又は20に記載の光変調装置において、上記両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙は、上記基板に保持された上記両持ち梁の中央部において最大であり、上記両持ち梁の相対する両端部の2辺と他の2辺から上記両持ち梁の中央部に向かって順次に増加する錘形状であることを特徴とする光変調装置。

【請求項23】 請求項19又は20に記載の光変調装置において、上記両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙は、上記基板に保持された上記両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺の近傍で最大であり、上記基板に保持された上記両持ち梁の相対する両端部の上記2辺の他方の辺から上記一方の辺に向かって順次に増加することを特徴とする光変調装置。

【請求項24】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22又は23に記載の光変調装置において、上記両持ち梁の基板に保持される被保持部は、複数個に分割した分割被保持部からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項25】 請求項24に記載の光変調装置において、上記分割被保持部は、上記両持ち梁のコナ部に配置したことを特徴とする光変調装置。

【請求項26】 請求項24又は25に記載の光変調装置において、上記分割被保持部は、上記両持ち梁との接続部を滑らかな外形の滑らか外形部からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項27】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25又は26に記載の光変調装置において、上記両持ち梁の基板に保持される被保持部は、折りたたみ構造部からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項28】 請求項13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26又は27に記載の光変調装置において、少なくとも上記両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の上記両持ち梁の基板に保持される被保持部は、複数個に分割した分割被保持部からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項29】 請求項13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27又は28に記載の光変調装置において、少なくとも両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の上記両持ち梁の基板に保持される被保持部は、折りたたみ構造部からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項30】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28又は29に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、引っ張り応力を有する部材からなることを特徴とする光変調装置。

【請求項31】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29又は30に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、上記両持ち梁と組み合わせ構成する複数の部材の厚さ(t)と、引っ張り応力を正符号、圧縮応力を負符号とした応力(σ)のそれぞれの組み合わせを(t_1, σ_1)、(t_2, σ_2)、 \dots (t_n, σ_n)とすると、 $t_1 \cdot \sigma_1 + t_2 \cdot \sigma_2 + \dots + t_n \cdot \sigma_n / t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 0$ であることを特徴とする光変調装置。

【請求項32】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30又は31に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、引っ張り応力(σ)、厚さ(t)、形成材料のヤング率(E)、基板に保持される上記両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺と他方の辺間の距離(l)の間に、 $(t/l)^2 \geq \sigma/E$ の関係であることを特徴とする光変調装置。

【請求項33】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31又は32に記載の光変調装置において、上記基板には、駆動する駆動回路の全部又は一部が形成されていることを特徴とする光変調装置。

【請求項34】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、又は33に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、上記基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により、上記基板の表面に当接して上記両持ち梁の他方の面に形成される空隙の間隔形状に沿って変形することを特徴とする光変調装置。

【請求項35】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33又は34に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、上記基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により変形した後に、変形しない程度の逆極性の基板電極間との電圧を印加することを特徴とする光変調装置。

【請求項 36】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、又は 35 に記載の光変調装置において、上記両持ち梁は、上記両持ち梁の電位を基準として、上記基板電極間との駆動電圧を正電圧と負電圧を交互に印加して変形することを特徴とする光変調装置。

【請求項 37】 入射光束の反射方向を変えて光変調を行う上記請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35 又は 36 のいずれかに記載の光変調装置の製造方法において、上記基板上に空隙を形成した後に、犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して、両持ち梁を形成後に、上記犠牲材料層を除去して光変調装置を製造することを特徴とする光変調装置の製造方法。

【請求項 38】 請求項 37 に記載の光変調装置の製造方法において、基板上に薄膜形成方法又は微細加工方法により基板上に凹部を形成する凹部形成工程と、基板上の上記凹部に基板電極の全部又は一部を形成する基板電極形成工程と、基板上の上記凹部に犠牲材料からなる犠牲材料層を形成する犠牲材料層形成工程と、上記犠牲材料層上に両持ち梁を形成する両持ち梁形成工程と、上記凹部の上記犠牲材料層を除去する犠牲材料層除去工程とからなることを特徴とする光変調装置の製造方法。

【請求項 39】 請求項 37 又は 38 に記載の光変調装置の製造方法において、上記犠牲材料層は、シリコン酸化膜であることを特徴とする光変調装置の製造方法。

【請求項 40】 請求項 37 又は 38 に記載の光変調装置の製造方法において、上記犠牲材料層は、多結晶シリコン膜又はアモルファスシリコン膜であることを特徴とする光変調装置の製造方法。

【請求項 41】 請求項 37 又は 38 に記載の光変調装置の製造方法において、上記犠牲材料層は、有機材料膜であることを特徴とする光変調装置の製造方法。

【請求項 42】 入射光束の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置を使用して光情報の処理を行なう光情報処理装置において、複数の上記請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35 又は 36 のいずれかに記載の光変調装置と、複数の上記光変調装置を各々独立に駆動する独立駆動手段とからなることを特徴とする光情報処理装置。

【請求項 43】 電子写真プロセスで光り書き込みを行なって画像を形成する画像形成装置において、回動可能

に保持されて形成画像を担持する画像担持体と、上記画像担持体上を光り書き込みを行なって潜像を形成する上記請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35 又は 36 のいずれかに記載の光変調装置からなる潜像形成手段と、上記潜像形成手段の上記光変調装置によって形成された潜像を顕像化してトナー画像を形成する現像手段と、上記現像手段で形成されたトナー画像を被転写体に転写する転写手段とからなることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 44】 画像を投影して表示する画像投影表示装置において、画像投影データの入射光の反射方向を変えて光変調を行なって画像を投影する上記請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35 又は 36 のいずれかに記載の光変調装置からなる光スイッチ手段と、上記光スイッチ手段の上記光変調装置が投影する画像を表示する投影スクリーンとからなることを特徴とする画像投影表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光変調装置及びその光変調装置の製造方法並びにその光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像形成装置及びその光変調装置を具備する画像投影表示装置に関し、詳しくは、入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置及びその光変調装置の製造方法並びにその光変調装置を具備する入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置を使用して光情報の処理を行なう光情報処理装置及びその光変調装置を具備する電子写真プロセスで光り書き込みを行なって画像を形成する画像形成装置及びその光変調装置を具備する画像を投影して表示する画像投影表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 静電力を利用した光スイッチデバイスの入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置は、光情報の処理を行なう光情報処理装置、電子写真プロセスで光り書き込みを行なって画像を形成する画像形成装置、画像を投影して表示する画像投影表示装置等に使用されている。静電力を利用した光スイッチデバイスの入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置では、片持ち梁を静電力で撓ませて、入射光の反射方向を変えてスイッチするデバイス、及び、それを用いた光変調システムは、既に公知である。片持ち梁は、静電力が解放されて梁の撓みが回復するときに振動する。これは、梁の一端のみが固定されていることによる、梁の自由振動

が発生するためである。又、梁を薄膜で形成する場合には、残留応力が発生する。片持ち梁の場合、残留応力により梁が変形する。しかも、残留応力は時間を経て緩和されるために、片持ち梁の変形状態が経時変化する。以上の理由で片持ち梁は安定性が悪い。又、片持ち梁の場合は、自由振動に起因して、信号応答性が悪くなる。従って、片持ち梁の安定性の確保が難しく、片持ち梁の固有振動数が低い為に、応答速度を速くすることが出来なかった。ミラーを細いねじり棒で保持し、静電力によりミラーの向きを変え、光の反射方向を変えてスイッチするデバイスも既に公知であるが、その構造が複雑になり、歩留まりを高くすることが困難であるだけでなく、ミラーの保持が細いねじり棒による為に、その寿命を長くすることが出来なかった。回折格子を静電力で駆動して、光スイッチするデバイスも公知である（特許第2941952号、特許第3016871号、特表平10-510374号等の公報を参照）。しかし、このような、回折格子を静電力で駆動して、光スイッチするデバイスは、使用する入射光の波長が制限されると言う欠点があった。静電力により梁を湾曲させ、反射光の焦点を合わせて、スリットを通過させることで光スイッチするデバイスも公知である（特開2000-2842号の公報を参照）。しかし、このような、静電力により梁を湾曲させ、反射光の焦点を合わせて、スリットを通過させることで光スイッチするデバイスは、梁の湾曲の度合いが不安定になり易く、信頼性も低下することになっていた。従って、従来の入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置及びその光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像形成装置及びその光変調装置を具備する画像投影表示装置は、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が複雑で応答も遅く、使用する入射光の波長が制限され、作動が不安定で信頼性も低下すると言う不具合が生じていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の入射光束の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置及びその光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像形成装置及びその光変調装置を具備する画像投影表示装置は、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が複雑で応答も遅く、使用する入射光の波長が制限され、作動が不安定で信頼性も低下すると言う問題が発生していた。そこで本発明の課題は、このような問題点を解決するものである。即ち、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く、製造工程が少なく低コストの光変調装置及びその光変調装置の製造方法並びにその光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像形成装置及びその光変調装置を具備する画像投影表示装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、凹部が形成された基板と、前記凹部内面に形成された基板電極と、前記凹部内の空隙を介して前記基板電極と対向する位置に設けられその両端が固定された薄膜状の両持ち梁と、前記両持ち梁の上面に形成された光反射膜および梁電極とからなり、上記基板電極及び梁電極に駆動電圧を印加することにより変形した前記両持ち梁が前記凹部内面に当接して前記両持ち梁の変形が規制されるように前記凹部を形成したことを特徴とするものである。即ち、上記目的を達成するために、請求項1の本発明は、入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置において、入射光を正反射する光反射膜と、上記光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁と、上記両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して上記両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極と、上記基板電極の駆動電圧の印加による上記両持ち梁の変形を当接により規制して上記光反射膜の入射光の光変調を行う上記両持ち梁に上記基板電極が対向する対向面と、上記対向面からなる上記基板電極を凹部に形成して上記両持ち梁の被保持部を保持する基板とからなる光変調装置であることを最も主要な特徴とする。請求項2の本発明は、請求項1に記載の光変調装置において、光反射膜は、金属薄膜で形成されている光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項3の本発明は、請求項1に記載の光変調装置において、両持ち梁は、低抵抗材で形成されている光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項4の本発明は、請求項3に記載の光変調装置において、両持ち梁の低抵抗材は、シリコンを不純物により低抵抗化して形成されている光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項5の本発明は、請求項1、2、3又は4に記載の光変調装置において、両持ち梁は、単結晶シリコン薄膜で形成されている光変調装置であることを主要な特徴とする。

【0005】請求項6の本発明は、請求項1、2、3又は4に記載の光変調装置において、両持ち梁、多結晶シリコン薄膜で形成されている光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項7の本発明は、請求項1又は2に記載の光変調装置において、両持ち梁は、窒化シリコン薄膜で形成されている光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項8の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6又は7に記載の光変調装置において、両持ち梁の被保持部は、相対する両端部の2辺を基板に固定される光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項9の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7又は8に記載の光変調装置において、基板に保持される両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺と他方の辺間の距離は、上記2辺の上記一方の辺又は上記他方の辺の長さに対して等しいか長くなるように固定した光変調装

置であることを主要な特徴とする。請求項 10 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 又は 9 に記載の光変調装置において、基板は、複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極を 1 次元アレー形状に配置した光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 11 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8 又は 9 に記載の光変調装置において、基板は、複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極を 2 次元アレー形状に配置した光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 12 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 又は 11 に記載の光変調装置において、基板電極の対向面は、上記両持ち梁に平行の面に対向する平行対向面とからなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 13 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 又は 11 に記載の光変調装置において、基板電極の対向面は、上記両持ち梁に一部が非平行の面に対向する一部非平行対向面とからなる光変調装置であることを主要な特徴とする。

【0006】請求項 14 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 又は 11 に記載の光変調装置において、基板電極の対向面は、上記両持ち梁に複数の非平行の面に対向する複数非平行対向面とからなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 15 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 又は 11 に記載の光変調装置において、基板電極の対向面は、上記両持ち梁に全面が非平行の面に対向する全面非平行対向面とからなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 16 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14 又は 15 に記載の光変調装置において、基板は、光透過性ガラス材からなる光変調装置。請求項 17 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 又は 16 に記載の光変調装置において、基板は、単結晶シリコン材からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 18 の本発明は、請求項 17 に記載の光変調装置において、基板の単結晶シリコン材中には、駆動回路の一部又は全部が形成されている光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 19 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、13、14、15、16、17 又は 18 に記載の光変調装置において、基板に保持された両持ち梁と対向する上記基板の凹部上に形成された基板電極との間に形成される空隙は、非平行の傾斜面からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 20 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、13、14、15、16、17、18 又は 19 に記載の光変調装置において、両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される空隙は、基板に保持された上記両持ち梁の相対する両端部の 2 辺間で非平行の傾斜面からなる光変

調装置であることを主要な特徴とする。

【0007】請求項 21 の本発明は、請求項 19 又は 20 に記載の光変調装置において、両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙は、基板に保持された上記両持ち梁の中央部において最大であり、上記両持ち梁の相対する両端部の上記 2 辺から上記両持ち梁の中央部に向かって順次に増加する形状である光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 22 の本発明は、請求項 19 又は 20 に記載の光変調装置において、両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙は、基板に保持された上記両持ち梁の中央部において最大であり、上記両持ち梁の相対する両端部の 2 辺と他の 2 辺から上記両持ち梁の中央部に向かって順次に増加する錘形状である光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 23 の本発明は、請求項 19 又は 20 に記載の光変調装置において、両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙は、基板に保持された上記両持ち梁の相対する両端部の 2 辺の一方の辺の近傍で最大であり、上記基板に保持された上記両持ち梁の相対する両端部の上記 2 辺の他方の辺から上記一方の辺に向かって順次に増加する光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 24 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22 又は 23 に記載の光変調装置において、両持ち梁の基板に保持される被保持部は、複数個に分割した分割被保持部からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 25 の本発明は、請求項 24 に記載の光変調装置において、分割被保持部は、両持ち梁のコナ部に配置した光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 26 の本発明は、請求項 24 又は 25 に記載の光変調装置において、分割被保持部は、両持ち梁との接続部を滑らかな外形の滑らか外形部からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 27 の本発明は、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25 又は 26 に記載の光変調装置において、両持ち梁の基板に保持される被保持部は、折りたたみ構造部からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。

【0008】請求項 28 の本発明は、請求項 13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26 又は 27 に記載の光変調装置において、少なくとも両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の両持ち梁の基板に保持される被保持部は、複数個に分割した分割被保持部からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項 29 の本発明は、請求項 13、14、15、16、17、18、1

9、20、21、22、23、24、25、26、27
又は28に記載の光変調装置において、少なくとも両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の上記両持ち梁の基板に保持される被保持部は、折りたたみ構造部からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項30の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28又は29に記載の光変調装置において、両持ち梁は、引っ張り応力を有する部材からなる光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項31の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29又は30に記載の光変調装置において、両持ち梁は、上記両持ち梁と組み合わせ構成する複数の部材の厚さ(t)と、引っ張り応力を正符号、圧縮応力を負符号とした応力(σ)のそれぞれの組み合わせを(t_1 , σ_1)、(t_2 , σ_2)、 \dots 、(t_n , σ_n)とすると、 $t_1 \cdot \sigma_1 + t_2 \cdot \sigma_2 + \dots + t_n \cdot \sigma_n / t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 0$ である光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項32の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30又は31に記載の光変調装置において、両持ち梁は、引っ張り応力(σ)、厚さ(t)、形成材料のヤング率(E)、基板に保持される上記両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺と他方の辺間の距離(l)の間に、 $(t/l)^2 \geq \sigma/E$ の関係である光変調装置であることを主要な特徴とする。

【0009】請求項33の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31又は32に記載の光変調装置において、基板には、駆動する駆動回路の全部又は一部が形成されている光変調装置。請求項34の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、又は33に記載の光変調装置において、両持ち梁は、基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により、上記基板の表面に当接して上記両持ち梁の他方の面に形成される空隙の間隔形状に沿って変形する光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項35の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、又は33に記載の光変調装置において、両持ち梁は、上記両持ち梁の電位を基準として、基板電極間との駆動電圧を正電圧と負電圧を交互に印加して変形する光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項37の本発明は、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置の製造方法において、基板上に空隙を形成した後に、犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して、両持ち梁を形成後に、上記犠牲材料層を除去して光変調装置を製造する光変調装置の製造方法であることを最も主要な特徴とする。

【0010】請求項38の本発明は、請求項37に記載の光変調装置の製造方法において、基板上に薄膜形成方法又は微細加工方法により基板上に凹部を形成する凹部形成工程と、基板上の上記凹部に基板電極の全部又は一部を形成する基板電極形成工程と、基板上の上記凹部に犠牲材料からなる犠牲材料層を形成する犠牲材料層形成工程と、上記犠牲材料層上に両持ち梁を形成する両持ち梁形成工程と、上記凹部の上記犠牲材料層を除去する犠牲材料層除去工程とからなる光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項39の本発明は、請求項37又は38に記載の光変調装置の製造方法において、犠牲材料層は、シリコン酸化膜である光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項40の本発明は、請求項37又は38に記載の光変調装置の製造方法において、犠牲材料層は、多結晶シリコン膜又はアモルファスシリコン膜である光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項41の本発明は、請求項37又は38に記載の光変調装置の製造方法において、犠牲材料層は、有機材料膜である光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項42の本発明は、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置を使用して光情報の処理を行なう光情報処理装置において、複数の上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、又は33に記載の光変調装置を備える光情報処理装置であることを主要な特徴とする。

4、25、26、27、28、29、30、31、32、33又は34に記載の光変調装置において、両持ち梁は、基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により変形した後に、変形しない程度の逆極性の基板電極間との電圧を印加する光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項36の本発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、又は35に記載の光変調装置において、両持ち梁は、上記両持ち梁の電位を基準として、基板電極間との駆動電圧を正電圧と負電圧を交互に印加して変形する光変調装置であることを主要な特徴とする。請求項37の本発明は、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置の製造方法において、基板上に空隙を形成した後に、犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して、両持ち梁を形成後に、上記犠牲材料層を除去して光変調装置を製造する光変調装置の製造方法であることを最も主要な特徴とする。

【0010】請求項38の本発明は、請求項37に記載の光変調装置の製造方法において、基板上に薄膜形成方法又は微細加工方法により基板上に凹部を形成する凹部形成工程と、基板上の上記凹部に基板電極の全部又は一部を形成する基板電極形成工程と、基板上の上記凹部に犠牲材料からなる犠牲材料層を形成する犠牲材料層形成工程と、上記犠牲材料層上に両持ち梁を形成する両持ち梁形成工程と、上記凹部の上記犠牲材料層を除去する犠牲材料層除去工程とからなる光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項39の本発明は、請求項37又は38に記載の光変調装置の製造方法において、犠牲材料層は、シリコン酸化膜である光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項40の本発明は、請求項37又は38に記載の光変調装置の製造方法において、犠牲材料層は、多結晶シリコン膜又はアモルファスシリコン膜である光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項41の本発明は、請求項37又は38に記載の光変調装置の製造方法において、犠牲材料層は、有機材料膜である光変調装置の製造方法であることを主要な特徴とする。請求項42の本発明は、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置を使用して光情報の処理を行なう光情報処理装置において、複数の上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、又は33に記載の光変調装置を備える光情報処理装置であることを主要な特徴とする。

2、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置と、複数の上記光変調装置を各々独立に駆動する独立駆動手段とからなる光情報処理装置であることを最も主要な特徴とする。

【0011】請求項43の本発明は、電子写真プロセスで光り書き込みを行なって画像を形成する画像形成装置において、回転可能に保持されて形成画像を担持する画像担持体と、上記画像担持体上を光り書き込みを行なって潜像を形成する上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置からなる潜像形成手段と、上記潜像形成手段の上記光変調装置によって形成された潜像を顕像化してトナー画像を形成する現像手段と、上記現像手段で形成されたトナー画像を被転写体に転写する転写手段とからなる画像形成装置であることを最も主要な特徴とする。請求項44の本発明は、画像を投影して表示する画像投影表示装置において、画像投影データの入射光の反射方向を変えて光変調を行なって画像を投影する上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置からなる光スイッチ手段と、上記光スイッチ手段の上記光変調装置が投影する画像を表示する投影スクリーンとからなる画像投影表示装置であることを最も主要な特徴とする。

【0012】

【作用】上記のように構成された光変調装置及びその光変調装置の製造方法並びにその光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像形成装置及びその光変調装置を具備する画像投影表示装置は、請求項1においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることがなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項2においては、入射光を正反射する金属薄膜で形成されている光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の

駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、光反射膜を電極としても使用が可能になり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることがなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項3においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する低抵抗材で形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、両持ち梁を電極としても使用が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることがなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0013】請求項4においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形するシリコンを不純物により低抵抗化して形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、両持ち梁を電極としても使用が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることがなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項5においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する単結晶シリコン薄膜で形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、両持ち梁の欠陥が少なく寿命も長くなり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることがなく、更に作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項6においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する多結晶シリ

コン薄膜で形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、両持ち梁をCVD等の手法を用いることができるので低コストとなり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されことなく、更に作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0014】請求項7においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する窒化シリコン薄膜で形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、引っ張り応力の作用によりスイッチングの応答速度を早めることが可能になり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も更に速く、使用する入射光の波長が制限されことなく、更に作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項8においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の相対する両端部の2辺を保持して固定するようにして、両持ち梁の両端が拘束されて自由振動の発生が抑制され変形することも経時変化も少なく応答速度も速くなり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も更に速く、使用する入射光の波長が制限されことなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項9においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持される両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺と他方の辺との間の距離は、2辺の一方の辺又は他方の辺の長さ

より低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されことなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0015】請求項10においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板は複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極を1次元アレー形状に配置するようにして、ライン形状の光変調を行なうことが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されことなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項11においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板は複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極を2次元アレー形状に配置するようにして、平面形状の光変調を行なうことが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されことなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項12においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に平行の面に対向する平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、入射光の反射光の方向が乱れるために暗くOFF状態となる光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されことなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0016】請求項13においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち

梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に一部が非平行の面に対向する一部非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向の一部を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 14 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に複数の非平行の面に対向する複数非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向に複数方向に変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 15 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に全面が非平行の面に対向する全面非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光を一方の反射方向に変えて確実に光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0017】請求項 16 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を光透過性ガラス材からなる基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、基板の裏側から両持ち梁の様子を見ることができ製品の検査に有利となり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 17 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両

持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を単結晶シリコン材からなる基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、基板の単結晶シリコン中に不純物拡散の方法により電極を形成することが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 18 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を単結晶シリコン材からなり駆動回路を形成した基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、基板の単結晶シリコン中に不純物拡散の方法により電極を形成でき基板に拡散方式で駆動回路の電子回路の一部又は全部を形成することが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0018】請求項 19 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部上に形成された基板電極との間に形成される空隙は非平行の傾斜面からなるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 20 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される空隙は基板に保持された両持ち

梁の相対する両端部の2辺間で非平行の傾斜面からなるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が確実に可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単に応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項21においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部に形成された基板電極との間に形成される空隙は非平行の傾斜面からなり基板に保持された両持ち梁の中央部において最大であり両持ち梁の相対する両端部の2辺から両持ち梁の中央部に向かって順次増加する形状になるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単に応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0019】請求項22においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部に形成された基板電極との間に形成される空隙は非平行の傾斜面からなり基板に保持された両持ち梁の中央部において最大であり両持ち梁の相対する両端部の2辺と他の2辺から両持ち梁の中央部に向かって順次増加する形状になるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単に応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項23においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部に形成された基板電極との間に形

成される空隙は非平行の傾斜面からなり基板に保持された両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺の近傍で最大であり基板に保持された両持ち梁の相対する両端部の2辺の他方の辺から一方の辺に向かって順次増加する形状になるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単に応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

10 【0020】請求項24においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の複数個に分割した分割被保持部を保持するようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単に応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項25においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の複数個に分割した分割被保持部を両持ち梁のコーナ部に配置して保持するようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単に応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項26においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の複数個に分割した分割被保持部を滑らか外形部で保持するようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単に応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で応力の集中を防ぎ更に信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

50 【0021】請求項27においては、入射光を正反射す

る光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の折りたたみ構造部からなる被保持部を保持するようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 28 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁の一部が非平行の面に対向する一部非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に少なくとも両持ち梁と対向する基板電極とで形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の両持ち梁の基板に保持される被保持部は複数個に分割した分割被保持部からなるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向の一部を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 29 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁の一部が非平行の面に対向する一部非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に少なくとも両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の両持ち梁の基板に保持される被保持部は折りたたみ構造部からなるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向の一部を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0022】請求項 30 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する引っ張り応力を有する部材からなる両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板

電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにして、より高い駆動周波数を得ることが可能となり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 31 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は両持ち梁と組み合わせ構成する複数の部材の厚さ (t) と、引っ張り応力を正符号、圧縮応力を負符号とした応力 (σ) のそれぞれの組み合わせを (t_1, σ_1)、(t_2, σ_2)、 \dots (t_n, σ_n) とすると、 $t_1 \cdot \sigma_1 + t_2 \cdot \sigma_2 + \dots + t_n \cdot \sigma_n / t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 0$ であるようにして、駆動周波数も高くすることが可能となり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0023】請求項 32 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は引っ張り応力 (σ)、厚さ (t)、形成材料のヤング率 (E)、基板に保持される両持ち梁の相対する両端部の 2 辺の一方の辺と他方の辺との間の距離 (1) の間に、 $(t/1)^2 \geq \sigma/E$ の関係であるようにして、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項 33 においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持す

ると共に基板には駆動する駆動回路の全部又は一部が形成されるようにして、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高くコンパクトな光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項34においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により基板の表面に当接して両持ち梁の他方の面に形成される空隙の間隔形状に沿って変形するようにして、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。

【0024】請求項35においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により変形した後に変形しない程度の逆極性の基板電極間との電圧を印加するするようにして、高周波駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項36においては、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は両持ち梁の電位を基準として基板電極間との駆動電圧を正電圧と負電圧を交互に印加して変形するようにして、高周波駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようにする。請求項37においては、基板上に空隙を形成した後に犠牲材料からな

る犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにして、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようにする。請求項38においては、基板上に薄膜形成方法又は微細加工方法により基板上に凹部を形成する凹部形成工程と基板上の凹部に基板電極の全部又は一部を形成する基板電極形成工程と基板上の凹部に犠牲材料からなる犠牲材料層を形成する犠牲材料層形成工程と犠牲材料層上に両持ち梁を形成する両持ち梁形成工程と凹部の犠牲材料層を除去する犠牲材料層除去工程とからなり、基板上に空隙を形成した後犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにして、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようにする。

【0025】請求項39においては、基板上に空隙を形成した後にシリコン酸化膜である犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにして、犠牲材料層が安定で、製造工程が少なく歩留まりと精度の高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようにする。請求項40においては、基板上に空隙を形成した後に多結晶シリコン膜又はアモルファスシリコン膜である犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにして、CVDの手法を用いることができるので低コストで、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようにする。請求項41においては、基板上に空隙を形成した後に有機材料膜である犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにして、犠牲層材料層の形成が容易で低コストで、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようにする。請求項42においては、複数の上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置を独立駆動手段で各々独立に駆動して光情報の処理を行なうようにして、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光束の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の光変調装置を具備する光情報処理装置を提供することが出来るようにする。請求項43においては、回動可能に保持されて形成画像を担持する画像担持体上を光り書き込みを行なって潜像を形成する上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、1

0、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置からなる潜像形成手段の光変調装置によって形成された潜像を顕像化してトナー画像を形成する現像手段で形成されたトナー画像を転写手段によって被転写体に転写して画像を形成するようにして、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光束の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の光変調装置を具備する画像形成装置を提供することが出来るようにする。

【0026】請求項44においては、画像投影データの入射光の反射方向を変えて光変調を行なって画像を投影する請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置からなる光スイッチ手段の光変調装置が投影する画像を投影スクリーンに表示するようにして、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の光変調装置を具備する画像投影表示装置を提供することが出来るようにする。

【0027】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。図1と図2においては、入射光の反射方向を変えて光変調を行う光変調装置0は、入射光を正反射する光反射膜1と、金属薄膜で形成された光反射膜1を一方の面の表面に組み合わせ構成する薄膜で形成され、両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁2と、電圧が印加できるように梁電極2fが組み合わせ構成された両持ち梁2の他方の面の裏面に形成される凹部4aの空隙(G)を介して両持ち梁2に対向して駆動電圧を印加する基板電極3と、保護膜7で保護された基板電極3の駆動電圧の印加による両持ち梁2の変形を当接により規制して光反射膜1の入射光の光変調を行う両持ち梁2に基板電極3が対向する対向面3aの平行の面で対向する平行対向面3a₁と、対向面3aの平行対向面3a₁とからなる基板電極3を凹部4aに形成して両持ち梁2の被保持部2aを保持する光透過ガラス材や両持ち梁2を駆動する駆動回路2dが形成された単結晶シリコン材等からなる基板4とからなり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高くなるようになっている。両持ち梁2は、単結晶シリコン、多結晶シリコン、又は、窒化シリコンの薄膜で形成されている。単結晶シリコン材で形成

した両持ち梁2は、欠陥が少なく、寿命が長い。多結晶シリコンで形成した両持ち梁2は、CVD等の手法を用いることが出来るのでコストが低く出来る。窒化シリコンの薄膜で形成した両持ち梁2は、窒化シリコン薄膜の引っ張り応力の作用によりスイッチングの応答速度を速めることが出来る。

【0028】両持ち梁2の一方の表面に組み合わせ構成する金属薄膜で形成された光反射膜1の部材としては、金属薄膜が一般的であるが、誘電体材料の多層膜により反射膜を形成してもよい。両持ち梁2には、静電力を発生させる、もう一方の梁電極2fが組み合わせ構成して形成されている。梁電極2fは、独立に形成しても良いが、前述の入射光を反射させる光反射膜1が金属薄膜の場合には、この金属薄膜を電極として使用すれば、梁電極2fは省略することが出来る。両持ち梁2が、単結晶及び多結晶シリコンで形成されている場合には、この単結晶シリコン又は多結晶シリコンを不純物により低抵抗化し、電極として作用させて使用すれば、梁電極2fは省略することが出来る。基板4に保持され固定される両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂間の距離は、2辺2bの一方の辺2b₁、又は、他方の辺2b₂の長さに比べて等しいか長くなるように固定されているので、より低い駆動電圧での駆動が確実に可能になり、両持ち梁2の変形が進行することになる。両持ち梁2を駆動する基板電極3は、Al、Cr、Ti、TiN等の金属、又は、金属化合物の薄膜が一般的に使用される。基板4が、光透過性ガラスで形成する場合、基板電極3に透明導電膜のITOを用いると、基板4の裏側から、両持ち梁2の様子を観察することが可能になり、検査の時に有利である。又、基板4が、単結晶シリコンで形成する場合には、単結晶シリコン中に不純物拡散の方法により電極を形成でき、基板4中に拡散方式で駆動回路6の電子回路6aの一部又は全部を形成することができる。又、拡散方式を組み合わせ、配線マトリックスが形成でき、複雑多数な配線形成に有利である。更に、シリコンの基板4中に、両持ち梁2に電圧を印加する駆動回路2dの一部又は全部を形成して、コンパクトにする事も可能である。保護膜7は、真空成膜法による酸化膜を用いるのが一般的である。保護膜7は、基板電極3が、両持ち梁2と接触し、短絡することを防ぐ作用をする。保護膜7には、基板電極3と外部信号とを接続する部分としてパッド開口部8が形成されている。

【0029】図3と図4において、両持ち梁2に静電力が作用していない時には、両持ち梁2の被保持部2aは、両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂を基板4に保持され固定されている。この時の入射光束(R)は、両持ち梁2の一方の面の表面に組み合わせ構成された光反射膜1の表面で正反射し、図示の矢印の方向に進行する(図3を参照)。両

持ち梁2に組み合わせ構成された梁電極2fと基板電極3間に、駆動電圧を印加して、両持ち梁2に静電力を作用させる。その時、両端が保持され固定された両持ち梁2は撓み、基板4の表面に当接して両持ち梁2の他方の面に形成される平行な凹部4aの空隙(G)の間隔形状に沿って変形して、基板電極3の対向面3aの平行対向面3a₁側に引きつけられ当接して撓みが規制され、デジタル信号により駆動するようになっている。この時、両持ち梁2に組み合わせ構成された光反射膜1の表面は、両持ち梁2の撓みの影響を受け、入射光束(R)の反射光の方向が乱れる(図4を参照)。入射光束(R)が反射した方向から眺めると、図3の状態は両持ち梁2に組み合わせ構成された光反射膜1での正反射により明るくON状態となり、又、図4の状態は入射光束(R)の反射光の方向が乱れるために暗くOFF状態となり、よって、構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調が行なわれる。光変調装置0は、光をスイッチする両持ち梁2が両端が保持された固定梁になっているから、片持ち梁に比べて、自由振動が発生し難く、残留応力があっても変形する事も無く、また経時変化が少なく、自由振動の問題が無いので応答速度も速くなり、両持ち梁2の安定性と応答速度の点で優れている。両持ち梁2は、基板電極3間との駆動電圧の印加による静電力により変形した後に、変形しない程度の逆極性の基板電極3間との電圧を印加することにより、両持ち梁2の安定性がより優れ、高周波駆動が出来るようになった。両持ち梁2は、両持ち梁2の電位を基準として、基板電極3間との駆動電圧を正電圧と負電圧を交互に印加して変形することにより、同様に両持ち梁2の安定性がより優れ、高周波駆動が出来るようになった。

【0030】図5と図6において、両持ち梁2と対向する基板電極3の対向面3aの一部が非平行面に対向する一部非平行対向面3a₂との間で形成される凹部4aの空隙(G)は、基板4に保持された両持ち梁2の相対する両端部の2辺2b間で一部非平行の一部傾斜面であり、両持ち梁2に対して一部非平行の一部傾斜面に形成されている。このような、一部非平行の一部傾斜面の形状は、両持ち梁2の変形に有する駆動電圧を小さくするために有効である。両持ち梁2に作用する静電力は、基板電極3と両持ち梁2との間の距離の2乗に半比例する。即ち、基板電極3と両持ち梁2の間の距離が小さいほど作用する静電力が大きい。そのため、駆動電圧を印加すると、両持ち梁2は凹部4aの空隙(G)の狭い部分より変形を始め、基板4の表面に当接して両持ち梁2の他方の面に形成される一部非平行の一部傾斜面の凹部4aの空隙(G)の間隔形状に沿って変形して、基板電極3の対向面3aの一部非平行対向面3a₂側に引きつけられ当接して撓みが規制され、デジタル信号により駆動するようになっている。この時、両持ち梁2の変形に

より順次、凹部4aの空隙(G)が狭くなり、平行対向面3a₁の平行な凹部4aの空隙(G)の場合より低い駆動電圧で駆動が可能になり、両持ち梁2の変形が進行することになる。

【0031】図7と図8において、両持ち梁2は、入射光を正反射する光反射膜1と電圧が印加できるように梁電極2fを一方の面の表面に組み合わせ構成する梁であり、相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂を基板4に保持され固定されている。両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの2面の非平行面に対向する保護膜7で保護される複数非平行対向面3a₃との間で形成される凹部4aの空隙(G)は、基板4に保持され固定された両持ち梁2の相対する両端部の2辺2b間で2面が非平行の2面の傾斜面からなる。両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する保護膜7で保護される複数非平行対向面3a₃との間で形成される凹部4aの空隙(G)により、両持ち梁2の梁電極2fと基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する保護膜7で保護される複数非平行対向面3a₃との間で形成される凹部4aの空隙

(G)を介して、両持ち梁2に対向して形成された基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する保護膜7で保護される複数非平行対向面3a₃とを用い、両持ち梁2に組み合わせ構成された梁電極2fと基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する保護膜7で保護される複数非平行対向面3a₃間に、駆動電圧を印加して、両持ち梁2を撓ませる静電力を発生させる。

【0032】両持ち梁2は、薄膜で形成されその材料としては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコン薄膜又は窒化シリコン、または金属薄膜、有機薄膜など幅広い材料の薄膜が用いられる。単結晶シリコンで形成した両持ち梁2は、欠陥が少なく信頼性が高い。又、多結晶シリコン、アモルファスシリコン薄膜、窒化シリコンの薄膜で形成した両持ち梁2は、製造方法にCVD等の手法を用いることが出来るのでコストが低く出来る。金属薄膜で両持ち梁2を形成する場合には、両持ち梁2と梁電極2f、入射光を正反射する光反射膜1を組み合わせ構成して一体的に形成することが出来る。両持ち梁2の一方一方の面の表面に組み合わせ構成して形成し入射光を正反射する光反射膜1としては金属薄膜が一般的であるが、誘電体材料の多層膜により反射膜を形成してもよい。又、両持ち梁2の一方の面の表面に組み合わせ構成して形成した、両持ち梁2には静電力

を発生させるもう一方の梁電極2fが形成される。梁電極2fは、独立に形成しても良いが、前述の入射光を正反射する光反射膜1が金属薄膜の場合には、この金属薄膜を電極として使用して、梁電極2fは省略することが出来る。又、両持ち梁2が、単結晶及び多結晶シリコンで形成されている場合には、この単結晶シリコン又は多結晶シリコンを不純物拡散により低抵抗化し、電極として作用させて使用すれば、梁電極2fは省略することが出来る。これらの他に、両持ち梁2上には、光反射膜1及び梁電極2fを保護する目的で透明保護膜を形成する場合もある。両持ち梁2は、これらの薄膜を組み合わせ構成して形成されるが、それぞれの薄膜の形成条件を調節して、引っ張り応力を有するように形成されている。あるいは、両持ち梁2、光反射膜1、梁電極2f等が、引っ張り応力を正符号、圧縮応力を負符号として混在する場合には、それらの膜厚(t)と応力(σ)との組を(t₁、σ₁)、(t₂、σ₂)、・・・(t_n、σ_n)として、 $t_1 \cdot \sigma_1 + t_2 \cdot \sigma_2 + \dots + t_n \cdot \sigma_n / t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 0$ と、なるように膜厚(t)と応力

(σ)を調整して両持ち梁2を形成する。このようにすると、両持ち梁2には、引っ張り応力が保存されているので、両持ち梁2の形状の安定性、及び、より高い駆動周波数を得ることが可能である。更に、両持ち梁2は、引っ張り応力(σ)、厚さ(t)、形成材料のヤング率(E)、基板4に保持される両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂間の距離(l)の間に、 $(t/l)^2 \geq \sigma/E$ の関係であるから、駆動電圧を低くすることが出来るようになった。

【0033】基板4には、静電力を発生させる凹部4aの空隙(G)の全部もしくは一部が形成され、光透過性ガラス材、セラミックス材料、あるいは単結晶シリコン、金属、有機材料など種々の材料を用いることが出来る。基板4を光透過性ガラスで形成すると、基板4の裏側から両持ち梁2の様子を見ることができ、製品の検査に有利である。基板4を単結晶シリコンで形成すると、基板4中に拡散方式で駆動回路6の電子回路6aを形成し、又、拡散方式を組み合わせ、配線マトリックスが形成でき、複雑多数な配線形成に有利であり、更に、シリコンの基板4中に両持ち梁2に電圧を印加する駆動回路2dの一部又は全部を形成する事により、コンパクトにすることも可能である。両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの2面の非平行面に対向する保護膜7で保護される複数非平行対向面3a₃との間で形成される非平行な凹部4aの空隙(G)の形状は、両持ち梁2の両端の相対向する2辺2bの一方の辺2b₁の被保持部2aの保持端から2辺2bの他方の辺2b₂側の被保持部2aの保持端に向かって変化する第1の非平行な傾斜面と、且つ、両持ち梁2の両端の相対向する2辺2bの他方の辺2b₂側の被保持部2aの保持端から2辺2bの一方の辺2b₁側の被

保持部2aの保持端に向かって変化する第2の非平行な傾斜面とが、両持ち梁2上で、各被保持部2aから等距離な箇所における空隙(G)の大きさは等しくなるように形成されて、基板4に保持された両持ち梁2の中央部において最大間隔であり、両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂と、他の2辺2cの他の一方の辺2c₁と他の他方の辺2c₂とから両持ち梁2の中央部に向かって順次増加する錘形状である。両持ち梁2の他方の面に形成される凹部4aの空隙(G)の形状としては、両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃との間で形成される非平行の2面の傾斜面からなる凹部4aの空隙(G)の形状に留まらず、最大空隙部が被保持部2aの一方の辺2b₁側、又は、他方の辺2b₂側に寄っているもの等種々可能である。

【0034】両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃との間で形成される非平行の2面の傾斜面の凹部4aの空隙(G)は、フォトリソグラフィーとドライエッチングの手法により形成可能である。基板4上にドライエッチングのマスクとなる感光性レジスト材料を形成し、これに光透過量を調整したフォトマスクにより、フォトレジストを所望の非平行な凹部4aに形成する。その後、異方性ドライエッチングの手法によりフォトレジストの形状を基板4に転写エッチングすることで形成可能である。基板電極3は、Al、Cr、Ti、TiN等の金属又は金属化合物等の導電性薄膜を用い、基板4上に形成された凹部4a内に基板電極3の全部または一部が形成される。基板4が光透過性ガラスで形成する場合、基板電極3に透明導電膜、例えば、ITOやZnO等を用いると、両持ち梁2の様子が基板4の裏側から観察でき検査の時に有利である。又、基板4が、単結晶シリコンの場合には、基板4の単結晶シリコン中に異なる導電型の不純物を拡散する方法により基板電極3を形成できる。基板4が、金属など導電性材料の場合には絶縁材料を介して基板電極3を形成する。保護膜7としては、絶縁性材料を、中でも真空成膜法による酸化膜を用いるのが一般的である。保護膜7は、基板電極3が両持ち梁2の梁電極2fと接触し、短絡することを防ぐ作用をする。保護膜7には、基板電極3と外部信号を接続する部分として一部にパッド開口部8を形成することもある。

【0035】両持ち梁2の両端の相対向する2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂の両端が各被保持部2aで保持される両持ち梁2を形成する方法としては、犠牲層プロセスの手法が有効である。即ち、両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aとの間で形成される凹部4aの空隙(G)を、後で除去可能な材料の図示しない犠牲層材料層5で埋めて平

坦化し、その上に両持ち梁2形成し、しかる後に、図示しない犠牲層材料層5をエッチング除去するものである。犠牲層材料層5としては、両持ち梁2、凹部4aの空隙(G)を形成した基板4の材料との関係で適切に選択される。即ち、図示しない犠牲層材料層5の除去時には、両持ち梁2、及び、基板4がダメージを受けないことが必要である。図示しない犠牲層材料層5の除去は、ウェット、若しくは、ドライエッチングで行われるので、エッチングの選択比、図示しない犠牲層材料層5のエッチングレート、両持ち梁2のエッチングレート、基板4のエッチングレートが大きい材料を選択する。両持ち梁2の材料が窒化膜、多結晶シリコン膜の場合、図示しない犠牲層材料層5としてはCVDで形成した酸化膜を選択することが出来る。又、窒化膜の両持ち梁2と多結晶シリコン膜の図示しない犠牲層材料層5も組み合わせ可能である。図示しない犠牲層材料層5の除去にドライエッチングを用いることができれば、レジスト膜の図示しない犠牲層材料層5を幅広く用いることが出来る。しかし、この場合には、両持ち梁2形成などその他のプロセス温度は、300℃以下で行わなければならない。

【0036】図9と図10において、両持ち梁2に静電力が作用していない時には、両持ち梁2の被保持部2aは、両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂を基板4に固定して保持されている。この時の入射光束(R)は、両持ち梁2の一方一方の面の表面に組み合わせ構成された光反射膜1の表面で正反射し、図示の矢印の方向に進行する(図9を参照)。両持ち梁2に組み合わせ構成された梁電極2fと基板電極3の対向面3aの2面の非平行面に対向する複数非平行対向面3a₃と間に、駆動電圧を印加して、両持ち梁2に静電力を作用させる。その時、両端が固定された両持ち梁2は撓み、基板4の表面に当接して両持ち梁2の他方の面に形成される2面の非平行の2面の傾斜面の凹部4aの空隙(G)の間隔形状に沿って変形して、基板電極3の対向面3aの複数非平行対向面3a₃側に引きつけられ当接して撓みが規制され、デジタル信号により駆動するようになっている。この時、両持ち梁2に組み合わせ構成された光反射膜1の表面は、両持ち梁2の撓みの影響を受け、入射光束(R)の反射光の方向が2方向に乱れる(図10を参照)。入射光束(R)が反射した方向から眺めると、図9の状態は両持ち梁2に組み合わせ構成された光反射膜1での正反射により明るくON状態となり、又、図10の状態は入射光束

(R)の反射光が2方向に乱れるために暗くOFF状態となり、よって光変調がなされる。従って、光変調装置0は、光をスイッチする両持ち梁2が両端固定梁になっているから、片持ち梁に比べて、自由振動が発生し難く、残留応力があっても変形する事も無く、また経時変化が少なく、自由振動の問題が無いので応答速度も速くなり、両持ち梁2の安定性と応答速度の点で優れてい

る。

【0037】両持ち梁2と対向する基板電極3の対向面3aの2面の非平行の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃との間で形成される非平行な凹部4aの空隙

(G)は、基板4に保持された両持ち梁2の相対する両端部の2辺2b間で2面が非平行の傾斜面であり、両持ち梁2に対して2面が非平行の2面の傾斜面に形成されている。このような、2面が非平行の2面の傾斜面の形状は、両持ち梁2の変形に要する駆動電圧を、更に、小さくするために有効である。両持ち梁2に作用する静電力は、基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃と両持ち梁2の間の距離の2乗に半比例する。即ち、基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃と両持ち梁2の間の距離が小さいほど作用する静電力が大きい。そのため、駆動電圧を印加すると、両持ち梁2は凹部4aの空隙(G)の2面の傾斜面の狭い部分より変形を始める。又、両持ち梁2の変形により順次、上凹部4aの記凹部4aの空隙(G)が狭くなり、平行対向面3a₁の平行平坦面の凹部4aの空隙(G)や一部非平行対向面3a₂の一部非平行の一部傾斜面の凹部4aの空隙(G)の場合よりも、更に、低い電圧で、両持ち梁2の変形が進行することになる。

【0038】図11と図12において、両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの全面が非平行面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される非平行な凹部4aの空隙(G)の形状は、最大空隙部が被保持部2aの一方の辺2b₁側に寄った近傍で最大であり、基板4に保持された両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの他方の辺2b₂から一方の辺2b₁に向かって順次増加する。両持ち梁2に静電力が作用していない時には、両持ち梁2の被保持部2aは、両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b₁と他方の辺2b₂を基板4に保持され固定されている。この時の入射光束(R)は、両持ち梁2の一方の面の表面に組み合わせ構成された光反射膜1の表面で正反射し、図示の矢印の方向に進行する(図11を参照)。両持ち梁2に組み合わせ構成された梁電極2fと基板電極3の対向面3aの全面が非平行面に対向する全面非平行対向面3a₄との間に、駆動電圧を印加して、両持ち梁2に静電力を作用させる。その時、両端が保持され固定された両持ち梁2は撓み、基板4の表面に当接して両持ち梁2の他方の面に形成される全面が非平行の傾斜面の凹部4aの空隙(G)の間隔形状に沿って変形して、基板電極3の対向面3aの全面が非平行の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄側に引きつけられ当接して撓みが規制され、デジタル信号により駆動するようになっている。この時、両持ち梁2に組み合わせ構成された光反射膜1の表面は、両持ち梁2の撓みの影響を受け、入射光束(R)の反射光の方向が一方向に変化す

る(図12を参照)。

【0039】入射光束(R)が反射した方向から眺めると、図11の状態は両持ち梁2に組み合わせ構成された光反射膜1での正反射により明るくON状態となり、又、図12の状態は入射光束(R)の反射光の方向が一方方向に変化するために暗くなり確実にOFF状態となり、よって、確実な光変調が行なわれる。光変調装置0は、光をスイッチする両持ち梁2が両端が保持され固定梁になっているから、片持ち梁に比べて、自由振動が発生し難く、残留応力があっても変形する事も無く、また経時変化が少なく、自由振動の問題が無いので応答速度も速くなり、両持ち梁2の安定性と応答速度の点で優れている。両持ち梁2と対向する基板電極3の対向面3aの全面が非平行の傾斜面で対向する全面非平行対向面3a4との間で形成される非平行な凹部4aの空隙(G)は、基板4に保持された両持ち梁2の相対する両端部の2辺2b間で全面が非平行の傾斜面であり、両持ち梁2に対して全面が非平行の傾斜面に形成されている。このような、全面が非平行の傾斜面の形状は、両持ち梁2の変形に有する駆動電圧を、更に、小さくするために有効である。両持ち梁2に作用する静電力は、基板電極3の対向面3aの全面が非平行の傾斜面で対向する全面非平行対向面3a4と両持ち梁2の間の距離の2乗に半比例する。即ち、基板電極3の対向面3aの全面が非平行の傾斜面で対向する全面非平行対向面3a4と両持ち梁2の間の距離が小さいほど作用する静電力が大きい。そのため、駆動電圧を印加すると、両持ち梁2は凹部4aの空隙(G)の狭い部分より変形を始める。又、両持ち梁2の変形により順次、凹部4aの空隙(G)が狭くなり、平行対向面3a1の平行平坦面の凹部4aの空隙(G)や一部非平行対向面3a2の一部非平行の一部傾斜面の空隙(G)の場合より、更に、低い電圧で、両持ち梁2の変形が進行するだけでなく、両持ち梁2が静電力により撓んだ時の入射光束(R)の反射方向が、一方方向に変化するために暗くなり確実にOFF状態となり、よって光変調が確実になされ、光情報処理が容易になる。

【0040】図13と図14において、両持ち梁2の基板4に保持され固定される被保持部2aは、保持され固定される近くを折りたたみ形状にした折りたたみ構造部2eからなる。折りたたみ構造部2eは、実質的に各被保持部2a間の距離を大きく出来るので、同一駆動電圧では撓み量が大きく得られる。少なくとも両持ち梁2と対向する基板電極3とで形成される非平行な凹部4aの空隙(G)が最大間隔となる近傍の両持ち梁2の基板4に保持され固定される被保持部2aは、折りたたみ構造部2eからなるので、より駆動電圧を低くすることが出来るようになった。

【0041】図15図16において、両持ち梁2の基板4に保持され固定される被保持部2aは、両持ち梁2の

相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b1と他方の辺2b2、又は、図示しない他の2辺2cの他の一方の辺2c1と他の他方の辺2c2を複数個に分割された分割被保持部2a1~n、分割の方法は種々可能であるが、例えば、図示のように6個の6分割した分割被保持部2a1と、分割被保持部2a2と、分割被保持部2a3と、分割被保持部2a4と、分割被保持部2a5と、分割被保持部2a6とからなるようにして、両持ち梁2の変形に要する電圧を一層低くすることが出来るようになっている。等分布加重(P)を受けた1辺の長さ(a)の正方形で板厚(h)の両端が保持された両持ち梁2が均等荷重(P)を受けたときの最大撓み量(ω_1)は、両持ち梁2部材のヤング率を(E)として、 $\omega_1 = 0.025 * Pa^4 / Eh^3$ で表わされる。一方保持固定条件を除いた同様な両持ち梁2の最大撓み量(ω_2)は、 $\omega_2 = 0.045 * Pa^4 / Eh^3$ となり、約2倍の撓み量になる。両持ち梁2の基板4に保持される被保持部2aが、両持ち梁2の相対する両端部の2辺2bの一方の辺2b1と他方の辺2b2、又は、図示しない他の2辺2cの他の一方の辺2c1と他の他方の辺2c2を複数個の分割被保持部2a1~nに分割されている場合に、両持ち梁2の撓み量は、(ω_1)と(ω_2)との合成量になり撓み量は増加するので、静電力が小さくて済み、結果として撓みに要する駆動電圧は低くなる。両持ち梁2の基板4に保持される被保持部2aを分割する場合には、図示のように両持ち梁2のコーナー部2gに、分割被保持部2a1と、分割被保持部2a3と、分割被保持部2a4と、分割被保持部2a6とで保持することにより、安定した動作が行なわれ、入射光の反射方向が安定化する。

【0042】両持ち梁2のコーナー部2gに被保持部2aの分割被保持部2a1~nが無い場合には、静電力により両持ち梁2が変形するとき、コーナー部2gが多く変形するために斜めに変形してしまう。これは入射光束の反射方向が安定しない原因になる。分割被保持部2a1~nは、両持ち梁2との接続部において静電力による曲げ応力の集中を防ぐために、両持ち梁2との接続部になめらかな外形の滑らか外形部2hで接続されている。応力を受ける両持ち梁2の外形が急激に変化する場合に、その変化の一番大きな部分に応力が集中する。この集中により、作用している応力が破壊応力より小さい場合でも両持ち梁2が破壊する。被保持部2aを分割した分割被保持部2a1~nは、両持ち梁2との接続部でなめらかな外形の滑らか外形部2hにすることにより、応力の集中を防ぎ光変調の信頼性を向上させている。なめらかな外形の滑らか外形部2hの接続部での滑らか外形部2hの形状としては、円弧の一部形状、もしくは長円弧の一部形状が望ましい。両持ち梁2と対向する基板電極3とで形成される非平行な凹部4aの空隙(G)が最大間隔となる近傍の両持ち梁2の基板4に保持される被保持部2aは、複数個に分割した分割被保持部2a2と分

割被保持部 2 a₅からなるので、より駆動電圧を低くすることが出来るようになった。

【0043】図 17において、基板 4 上には、複数の光反射膜 1 と、両持ち梁 2 と、基板電極 3 等を 1 次元アレー形状に配置したから、ライン形状の光変調を行なうことが可能な光変調装置 10 を提供することが出来るようになった。図 18 において、基板 4 上には、複数の光反射膜 1 と、両持ち梁 2 と、基板電極 3 等を 2 次元アレー形状に配置したから、平面形状の光変調を行なうことが可能な光変調装置 100 を提供することが出来るようになった。図 19 乃至 30 において、光変調装置 0 は、次のように、基板 4 上に凹部 4 a の空隙 (G) を形成した後、犠牲材料からなる犠牲材料層 5 を形成して基板 4 を平坦化して、両持ち梁 2 を形成後、犠牲材料層 5 を除去するから、製造工程が少なく歩留まりが高い光変調装置 0 の製造方法を提供することが出来るようになった。凹部形成工程 (a) において、基板 4 は、酸化膜 4 b を形成したシリコン基板 4 c からなる。基板 4 にフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により凹部 4 a の空隙 (G) を形成する。面積階調のパターンを形成したフォトマスク、あるいは、レジスト材料の熱変形手法などを用いれば、非平行な凹部 4 a の空隙 (G) を形成する事が出来る。凹部 4 a の空隙 (G) は幅 20 μ m、深さ 2.4 μ m に形成した (図 19 と図 20 を参照)。基板電極形成工程 (b) において、凹部 4 a の空隙 (G) 中に基板電極 3 を TiN の薄膜で形成する。TiN 薄膜は Ti をターゲットとしたスパッタ法により厚さ 0.1 μ m に成膜した。TiN 薄膜をフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法に基板電極 3 として幅 20 μ m に形成した。基板電極 3 の一部は、外部と接続するために凹部 4 a の空隙 (G) から基板 4 の表面 4 d にせり出ている (図 21 と図 22 を参照)。

【0044】犠牲材料層形成工程 (c) において、プラズマ CVD の手法で形成した犠牲層材料層 5 と保護膜 7 のシリコン酸化膜は、基板電極 3 を覆うように基板 4 上に凹部 4 a の空隙 (G) が埋まるまで成膜した。犠牲層材料層 5 と保護膜 7 の酸化膜は、研磨、あるいはドライエッチングのエッチバックの手法により平坦化した。犠牲層材料層 5 には、シリコンの酸化膜、多結晶シリコン膜、アモルファスシリコン膜、又は、有機材料膜が使用される。シリコンの酸化膜は、犠牲層材料層 5 が安定で、精度の高い製造方法となる。多結晶シリコン膜、又は、アモルファスシリコン膜は、CVD の手法を用いることができるので低コストの製造方法となる。有機材料膜は、犠牲層材料層 5 の形成が容易で低コストの製造方法となる (図 23 と図 24 を参照)。両持ち梁形成工程 (d) において、平坦化した犠牲層材料層 5 と保護膜 7 のシリコン酸化膜の上に、両持ち梁 2 の材料となる窒化シリコン膜を熱 CVD の手法により厚さ 0.04 μ m で全面成膜した。次いで、入射光の反射面となる光反射膜

1 の Al 薄膜を 0.05 μ m の厚さで窒化シリコン膜上にスパッタ法により形成した。フォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により光反射膜 1 の反射膜層も含んで窒化シリコンの膜を両持ち梁 2 の形状に形成する。両持ち梁 2 の寸法は幅 20 μ m、長さ 27 μ m である (図 25 と図 26 を参照)。犠牲材料層除去工程 (e) において、両持ち梁 2 を形成後に、凹部 4 a の空隙 (G) を平坦化していた犠牲層材料層 5 の酸化膜をエッチングにより除去すると、両持ち梁 2 は、両端の被保持部 2 a を基板 4 に凹部 4 a の空隙 (G) を介して保持され固定される (図 27 と図 28 を参照)。最後に保護膜 7 に基板電極 3 の外部接続用のパッド開口 8 を形成して、光変調装置 0 が完成する (図 29 と図 30 を参照)。

【0045】図 31 乃至図 42 において、光変調装置 0 は、次のように、基板 4 上に両持ち梁 2 と対向する 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ との間で形成される凹部 4 a の空隙 (G) を形成した後、犠牲材料からなる犠牲材料層 5 を形成して基板 4 を平坦化して、両持ち梁 2 を形成後、犠牲材料層 5 を除去するから、製造工程が少なく歩留まりが高い光変調装置 0 の製造方法を提供することが出来るようになった。凹部形成工程 (a) において、基板 4 は、シリコン基板 4 c である。基板 4 にフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により両持ち梁 2 と対向する 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ との間で形成される凹部 4 a の空隙 (G) を形成する。両持ち梁 2 と対向する 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ との間で形成される凹部 4 a の空隙 (G) の形状は、面積階調のパターンを形成したフォトマスク、あるいは、レジスト材料の熱変形手法などを用いることができる。両持ち梁 2 と 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ との間で形成される凹部 4 a の空隙 (G) は、幅 20 μ m で、両持ち梁 2 と 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ との間で形成される凹部 4 a の空隙 (G) の中央部が最大深さになっていて、その深さは 1.0 μ m に形成した。両持ち梁 2 と 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ との間で形成される凹部 4 a の空隙 (G) の形状を形成した後にシリコン基板 4 c を熱酸化し、表面に酸化膜 4 b を 0.2 μ m 形成した (図 31 と図 32 を参照)。基板電極形成工程 (b) において、凹部 4 a の空隙 (G) 中に基板電極 3 の対向面 3 a の 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ を TiN の薄膜で形成する。TiN の薄膜は、Ti をターゲットとした反応性スパッタ法により厚さ 0.1 μ m に成膜した。TiN の薄膜をフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法に基板電極 3 の対向面 3 a の 2 面の非平行の 2 面の傾斜面で対向する複数非平行対向面 3 a₃ とし

て長さ、凹部4aの空隙(G)の幅に直交する方向の寸法を $20\mu\text{m}$ に形成した。基板電極3の対向電極3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃の一部は外部と接続するために凹部4aの空隙(G)から基板4の表面4dにせり出ている。更に、その上に電極保護膜としてプラズマ窒化膜を $0.05\mu\text{m}$ を形成した(図33と図34を参照)。

【0046】犠牲材料層形成工程(c)において、プラズマCVDの手法で形成した犠牲層材料層5の多結晶シリコン膜は、基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃を覆うように基板4上に凹部4aの空隙(G)が埋まるまで成膜した。犠牲層材料層5の酸化膜は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 研磨の手法により平坦化して、両持ち梁2形成の犠牲層膜とした(図35と図36を参照)。両持ち梁形成工程(d)において、平坦化した犠牲層材料層5の上に、両持ち梁2の材料となる窒化シリコン膜を熱CVDの手法により厚さ $0.04\mu\text{m}$ で全面成膜した。次いで、入射光の反射面となる光反射膜1のCr薄膜を $0.05\mu\text{m}$ の厚さで窒化シリコン膜上にスパッタ法により形成した。フォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により反射膜層も含んで窒化シリコンの膜を、被保持部2aが4箇所に分割された分割被保持部2a₁、分割被保持部2a₂、分割被保持部2a₃、分割被保持部2a₄が接続部で保持された両持ち梁2の形状に形成する。両持ち梁2の寸法は、幅 $20\mu\text{m}$ 、長さ $20\mu\text{m}$ である。分割された4箇所に分割された分割被保持部2a₁、分割被保持部2a₂、分割被保持部2a₃、分割被保持部2a₄の接続部は両持ち梁2の各々コーナー部2gに位置し、その寸法は幅 $5\mu\text{m}$ である(図37と図38を参照)。犠牲材料層除去工程

(e)において、両持ち梁2を形成後に、空隙(G)を平坦化していた犠牲層材料層5をテトラメチルアンモニウムハイドロオキシド(TMAH)によりウエットエッチング除去すると、両持ち梁2は、両端の被保持部2aを基板4に凹部4aの空隙(G)を介して保持され固定される(図39と図40を参照)。最後に保護膜7に基板電極3の外部接続用のパッド開口8を形成して、光変調装置0が完成する(図41と図42を参照)。

【0047】図43乃至図54において、光変調装置0は、次のように、基板4上に両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)を形成した後、犠牲材料からなる犠牲材料層5を形成して基板4を平坦化して、両持ち梁2を形成後、犠牲材料層5を除去するから、製造工程が少なく歩留まりが高い光変調装置0の製造方法を提供することが出来るようになった。凹部形成工程(a)において、基板4は、表面4dにプラズマCVD酸化膜4bを $7\mu\text{m}$ 形成したシリコン基板4cからなる。基板4にフォトリソグラフィ、及び、

ドライエッチングの手法により両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)を形成する。両持ち梁2と対向する全面が非平行面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)の形状は、その最大深さが凹部4aの空隙(G)の端部にあり、もう一つの端部から最大深さ部に向かってなだらかに凹部4aの空隙(G)深さが変化するように形成されている。両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)の形状は、面積階調のパターンを形成したフォトマスク、あるいは、レジスト材料の熱変形手法などを用いることができる。両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)は、幅 $100\mu\text{m}$ 、深さ $5.0\mu\text{m}$ に形成した(図43と図44を参照)。

【0048】基板電極形成工程(b)において、凹部4aの空隙(G)中に基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄をTiNの薄膜で形成する。TiNの薄膜は、Tiをターゲットとした反応性スパッタ法により厚さ $0.1\mu\text{m}$ に成膜した。TiN薄膜をフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法に基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄として長さ、凹部4aの空隙(G)の幅に直交する方向の寸法を $20\mu\text{m}$ に形成した。基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄の一部は外部と接続するために凹部4aの空隙(G)から基板4の表面4dにせり出ている。さらにその上に電極保護膜としてプラズマ窒化膜を $0.05\mu\text{m}$ を形成した(図45と図46を参照)。犠牲材料層形成工程(c)において、プラズマCVDの手法で形成した犠牲層材料層5の酸化膜は、基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄を覆うように基板4上に凹部4aの空隙(G)が埋まるまで成膜した。犠牲層材料層5の酸化膜は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 研磨の手法により平坦化して、両持ち梁2形成の犠牲層膜とした(図47と図48を参照)。両持ち梁形成工程(d)において、平坦化した犠牲層材料層5の上に、両持ち梁2の材料となるプラズマ窒化膜を厚さ $0.08\mu\text{m}$ で全面成膜した。次いで、入射光の反射面となる光反射膜1のCr薄膜を $0.05\mu\text{m}$ の厚さで窒化シリコン膜上にスパッタ法により形成した。フォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により反射膜層も含んで窒化シリコンの膜を両持ち梁2の形状に形成する。両持ち梁2の寸法は幅 $100\mu\text{m}$ 、長さ $20\mu\text{m}$ である(図49と図50を参照)。犠牲材料層除去工程(e)において、両持ち梁2を形成後に、凹部4aの空隙

(G)を平坦化していた犠牲層材料層5をフッ酸(HF)によりウエットエッチング除去すると、両持ち梁2は、両端の被保持部2aを基板4に凹部4aの空隙

(G)を介して保持され固定される(図51と図52を参照)。最後に保護膜7に基板電極3の外部接続用のパッド開口8を形成して、光変調装置0が完成する(図53と図554を参照)。

【0049】図55乃至図66において、光変調装置0は、次のように、両持ち梁2の基板4に保持される被保持部2aの保持する近くを折りたたみ形状にした折りたたみ構造部2eを形成し、犠牲材料からなる犠牲材料層5を形成して基板4を平坦化して、両持ち梁2を形成後、犠牲材料層5を除去するから、製造工程が少なく歩留まりが高い光変調装置0の製造方法を提供することが出来るようになった。凹部形成工程(a)において、基板4は、光透過性ガラス材の透明石英ガラス基板である。基板4にはフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により両持ち梁2と対向する2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃との間で形成される凹部4aの空隙(G)を形成する。両持ち梁2と2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃との間で形成される凹部4aの空隙

(G)の幅は20μmで、両持ち梁2と対向する2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃との間で形成される凹部4aの空隙(G)の中央部が最大深さになっていて、その深さは1.0μmに形成した。面積階調のパターンを形成したフォトマスク、あるいは、レジスト材料の熱変形手法などを用いることができる(図55と図56を参照)。基板電極形成工程

(b)において、凹部4aの空隙(G)中に基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃をPtの薄膜で形成する。Ptの薄膜は、Ptをターゲットとしたスパッタ法により厚さ0.1μmに成膜した。Pt薄膜をフォトリソグラフィ、及び、スパッタエッチングの手法に基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃として長さ、凹部4aの空隙

(G)の幅に直交する方向の寸法を20μmに形成した。基板電極3の対向電極3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃の一部は外部と接続するために凹部4aの空隙(G)から基板4の表面4dにせり出ている。更に、その上に電極保護膜としてプラズマ窒化膜を0.05μmを形成した(図56と図57を参照)。

【0050】犠牲材料層形成工程(c)において、プラズマCVDの手法で形成した犠牲層材料層5のアモルファスシリコン又は多結晶シリコンは、基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面に対向する複数非平行対向面3a₃を覆うように基板4上に厚さ2.0μmに成膜し、2面の非平行の2面の傾斜面に対向する凹

部4aの空隙(G)を形成したのと同様にフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により、両持ち梁2の基板4に保持される被保持部2aの保持する近くを折りたたみ形状にした折りたたみ構造部2eを持った犠牲層を形成した(図59と図60を参照)。両持ち梁形成工程(d)において、平坦化した犠牲層材料層5の上に、両持ち梁2の材料となる他結晶シリコン膜を熱CVDの手法により厚さ0.2μmで全面成膜した。次いで、入射光の反射面となる光反射膜1のAl薄膜を0.05μmの厚さで他結晶シリコン膜上にスパッタ法により形成した。フォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により反射膜層も含んで窒化シリコンの膜を両持ち梁2の基板4に保持される被保持部2aの保持する近くを折りたたみ形状にした折りたたみ構造部2eを有する両持ち梁2の形状に形成する。両持ち梁2の寸法は幅100μm、長さ20μmである(図61と図62を参照)。犠牲材料層除去工程(e)において、両持ち梁2を形成後に、凹部4aの空隙(G)を平坦化していた犠牲層材料層5をエッチングにより除去すると、両持ち梁2は、両端の被保持部2aを基板4に空隙(G)を介して保持され固定される(図63と図64を参照)。最後に保護膜7に基板電極3の外部接続用のパッド開口8を形成して、光変調装置0が完成する(図654と図66を参照)。

【0051】図67乃至図78において、光変調装置0は、次のように、基板4上にアレー状に、両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙

(G)を形成した後、犠牲材料からなる犠牲材料層5を形成して基板4を平坦化して、両持ち梁2を形成後、犠牲材料層5を除去するから、製造工程が少ないアレーの光変調装置0の製造方法を提供することが出来るようになった。凹部形成工程(a)において、基板4は、光透過性ガラス材の透明な光学ガラス基板である。基板4にはフォトリソグラフィ、及び、ドライエッチングの手法により両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)を形成する。両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)の形状は、その最大深さが凹部4aの空隙(G)の端部にあり、もう一つの端部から最大深さ部に向かってなだらかに凹部4aの空隙(G)深さが変化するように形成されている。両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙(G)の形状は、面積階調のパターンを形成したフォトマスク、あるいは、レジスト材料の熱変形手法などを用いることができる。両持ち梁2と対向する全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a₄との間で形成される凹部4aの空隙

(G)は、幅 $100\mu\text{m}$ 、深さ $5.0\mu\text{m}$ に形成した(図67と図68を参照)。基板電極形成工程(b)において、凹部4aの空隙(G)中に基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a4をA1の薄膜で形成する。A1薄膜はA1をターゲットとしたスパッタ法により厚さ $0.1\mu\text{m}$ に成膜した。A1薄膜をフォトリソグラフィー、及び、ドライエッチングの手法にアレー状に、基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a4として長さ、凹部4aの空隙(G)の幅に直交する方向の寸法を $20\mu\text{m}$ に形成した。基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a4の一部は外部と接続するために凹部4aの空隙(G)から基板4の表面4dにせり出ている。さらにその上に電極保護膜としてプラズマ窒化膜を $0.05\mu\text{m}$ 形成した(図69と図70を参照)。

【0052】犠牲材料層形成工程(c)において、犠牲層材料層5のレジスト層は、基板電極3の対向面3aの全面が非平行の全面の傾斜面に対向する全面非平行対向面3a4を覆うように基板4上に凹部4aの空隙(G)が埋まるまで形成し、熱アニールの手法により平坦化した。平坦化後犠牲層材料層5のレジスト層をドライエッチングの手法により凹部4aの空隙(G)空隙を埋めた部分を除いて除去した(図71と図72を参照)。両持ち梁形成工程(d)において、平坦化した犠牲層材料層5の上に、両持ち梁2の材料となる窒化シリコン膜をプラズマCVDの手法により厚さ $0.1\mu\text{m}$ で全面成膜した。次いで、入射光束(R)の反射面となる光反射膜1のCr薄膜を $0.05\mu\text{m}$ の厚さで窒化シリコン膜上にスパッタ法により形成した。フォトリソグラフィー、及び、ドライエッチングの手法により反射膜層も含んで窒化シリコンの膜を被保持部2aが2箇所に分割された接続部で保持されたアレー状の両持ち梁2の形状に形成する。両持ち梁2の寸法は幅 $100\mu\text{m}$ 、長さ $20\mu\text{m}$ である。被保持部2aが分割された接続部は各々被保持部2aのコーナー部2gに位置し、その寸法は幅 $5\mu\text{m}$ である(図73と図74を参照)。犠牲材料層除去工程

(e)において、両持ち梁2を形成後に、凹部4aの空隙(G)を平坦化していた犠牲層材料層5をエッチングにより除去すると、両持ち梁2は、両端の被保持部2aを基板4に凹部4aの空隙(G)を介して保持され固定される(図75と図76を参照)。最後に保護膜7に基板電極3の外部接続用のパッド開口8を形成して、光変調装置0が完成する

【0053】図79において、電子写真プロセスで光り書き込みを行なって画像を形成する画像形成装置300は、回動可能に保持されて形成画像を担持する画像担持体301のドラム形状の感光体と、帯電手段305で均一に帯電された画像担持体301のドラム形状の感光体

上を光変調装置0と複数の光変調装置0を各々独立に駆動する独立駆動手段201とからなる光情報処理装置200からなる潜像形成手段302で光り書き込みを行なって潜像を形成し、潜像形成手段302の光変調装置0によって形成された潜像を現像手段303で顕像化してトナー画像を形成し、現像手段303で形成されたトナー画像を転写手段304で被転写体(P)に転写して、被転写体(P)に転写されたトナー画像を定着手段306で定着した後に、被転写体(P)を排紙トレイ307に排紙して収納される。他方、トナー画像を転写手段304で被転写体(P)に転写した後の画像担持体301のドラム形状の感光体は、クリーニング手段308でクリーニングされて次工程の画像形成に備えるようになっている。光情報処理装置200は、光源202からの入射光束(R)は第1のレンズシステム203を介してアレー状に複数の光変調装置0が1次元アレーに配置された光変調装置10に照射され、複数の光変調装置0が1次元アレーに配置された光変調装置10の各々光変調装置0は独立駆動手段201により画像情報に応じて独立して個々の両持ち梁2の梁電極2fと基板電極3との間に駆動電圧を印加して両持ち梁2を制御し、光反射膜1を通じて入射光束(R)を第2のレンズシステム204を通じて画像担持体301のドラム形状の感光体上の表面に結像させるようになっている。複数の光変調装置0が1次元アレーに配置された光変調装置10は、基板4はシリコンウエハーを基板として、上述の図67乃至78と同様の方法で形成した。両持ち梁2は、両端の被保持部2a間が $100\mu\text{m}$ 、長さが $15\mu\text{m}$ 、ピッチ $20\mu\text{m}$ で配置され、窒化膜で形成した厚さ $0.08\mu\text{m}$ で表面に光反射膜1の光反射層として厚さ $0.01\mu\text{m}$ のA1薄膜が形成されている。基板4に凹部4aの空隙(G)は、全面が非平行の全面の傾斜面の最大深さが空隙(G)の端部にあり、他方の端部から最大深さ方向に向かってなだらかに深さが変化するように形成されている。最大深さは $5.00\mu\text{m}$ に形成した。このときの駆動電圧は 37V であった。両持ち梁2の駆動回路2d及び駆動回路6の電子回路6aのICが基板4上に実装されている。従って、入射光束(R)の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光束(R)の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の複数の光変調装置0が1次元アレーに配置された光変調装置10を具備する光情報処理装置200及び画像形成装置300を提供することが出来るようになった。

【0054】図80において、画像を投影して表示する画像投影表示装置400は、投影画像データの入射光束(R)の反射方向を変えて光変調を行なって画像を投影する光変調装置0と複数の光変調装置0を各々独立に駆動する独立駆動手段201とからなる光情報処理装置200からなる光スイッチ手段401の光変調装置0が画

像を投影スクリーン402に投影して表示するようになっている。光情報処理装置200のアレー状に複数個の光変調装置0が2次元アレーに配置された光変調装置100の各々の両持ち梁2は幅20 μ m、長さ20 μ mである。隣同士の両持ち梁2の間隔は1.0 μ mである。基板4は、単結晶シリコンウエハーを用いて、基板電極3用配線は各々の両持ち梁2に対応して凹部4aの空隙(G)が形成されている酸化膜を貫通し、シリコンウエハー中に形成された両持ち梁2の駆動用の駆動回路2dのトランジスタと接続されている。両持ち梁2と対向する基板4の凹部4aに形成して基板電極3の対向面3aの2面の非平行の2面の傾斜面で対向する複数非平行対向面3a3との間で形成される非平行な凹部4aの空隙(G)の深さは1 μ mで、両持ち梁2の中央部が最大深さになるように形成されている。光スイッチ手段401の光情報処理装置200は、光源202からの入射光束(R)をアレー状に複数個の光変調装置0が2次元アレーに配置された光変調装置100に照射され、独立駆動手段201により所望の画像のデータを各々の両持ち梁2の光反射膜1のミラーにより反射し、投影レンズ205、及び、絞り206を介して投影スクリーン402に投影する。カラー表示を行うためには、光源202の前に回転カラーホール207を設けたり、又、性能向上のためにマイクロレンズアレー208を用いることも出来る。従って、入射光束(R)の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の光変調装置0を具備する光情報処理装置200及び画像投影表示装置400を提供することが出来るようになった。

【0055】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、請求項1の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項2の発明によれば、入射光を正反射する金属薄膜で形成されている光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光

変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、光反射膜を電極としても使用が可能になり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項3の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する低抵抗材で形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、両持ち梁を電極としても使用が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0056】請求項4の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形するシリコンを不純物により低抵抗化して形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、両持ち梁を電極としても使用が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項5の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する単結晶シリコン薄膜で形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、両持ち梁の欠陥が少なく寿命も長くなり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、更に作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項6の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する多結晶シリコン薄膜で形成されている両持ち

梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、両持ち梁の形成にCVD等の手法を用いることができるので低コストとなり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、更に作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0057】請求項7の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する窒化シリコン薄膜で形成されている両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、引っ張り応力の作用によりスイッチングの応答速度を早めることが可能になり、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も更に速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、更に作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項8の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の相対する両端部の2辺を保持して固定するようにしたので、両持ち梁の両端が拘束されて自由振動の発生が抑制され変形することも経時変化も少なく応答速度も速くなり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も更に速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項9の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持される両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺と他方の辺との間の距離は、2辺の一方の辺又は他方の辺の長さ比べて等しいか長くな

るように固定するようにしたので、より低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0058】請求項10の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板は複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極を1次元アレー形状に配置するようにしたので、ライン形状の光変調を行なうことが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項11の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板は複数の光反射膜と両持ち梁と基板電極を2次元アレー形状に配置するようにしたので、平面形状の光変調を行なうことが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項12の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に平行の面で対向する平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、入射光の反射光の方向が乱れるために暗くOFF状態となる光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0059】請求項13の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して

駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に一部が非平行の面に対向する一部非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向の一部を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項 14 の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に複数の非平行の面に対向する複数非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向に複数方向に変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項 15 の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に全面が非平行の面に対向する全面非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光を一方の反射方向に変えて確実に光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0060】請求項 16 の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を光透過性ガラス材からなる基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、基板の裏側から両持ち梁の様子を見ることができ製品の検査に有利となり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項 17 の発明に

よれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を単結晶シリコン材からなる基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、基板の単結晶シリコン中に不純物拡散拡散の方法により電極を形成することが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項 18 の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を単結晶シリコン材からなり駆動回路を形成した基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、基板の単結晶シリコン中に不純物拡散の方法により電極を形成でき基板に拡散方式で駆動回路の電子回路の一部又は全部を形成することが可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が更に簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0061】請求項 19 の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部上に形成された基板電極との間に形成される空隙は非平行の傾斜面からなるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項 20 の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持

ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される空隙は基板に保持された両持ち梁の相対する両端部の2辺間で非平行の傾斜面からなるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が確実に可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0062】請求項21の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部上に形成された基板電極との間に形成される空隙は非平行の傾斜面からなり基板に保持された両持ち梁の中央部において最大であり両持ち梁の相対する両端部の2辺から両持ち梁の中央部に向かって順次に増加する形状になるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項22の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部上に形成された基板電極との間に形成される空隙は非平行の傾斜面からなり基板に保持された両持ち梁の中央部において最大であり両持ち梁の相対する両端部の2辺と他の2辺から両持ち梁の中央部に向かって順次に増加する形状になるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0063】請求項23の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両

持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板に保持された両持ち梁と対向する基板の凹部上に形成された基板電極との間に形成される空隙は非平行の傾斜面からなり基板に保持された両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺の近傍で最大であり基板に保持された両持ち梁の相対する両端部の2辺の他方の辺から一方の辺に向かって順次に増加する形状になるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項24の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の複数個に分割した分割被保持部を保持するようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0064】請求項25の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の複数個に分割した分割被保持部を両持ち梁のコーナ部に配置して保持するようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項26の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部の複数個に分割した分割被保持部を滑らか外形部で保持するようにしたので、更に低い駆

動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で応力の集中を防ぎ更に信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項27の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の折りたたみ構造部からなる被保持部を保持するようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0065】請求項28の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に一部が非平行の面に対向する一部非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に少なくとも両持ち梁と対向する基板電極とで形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の両持ち梁の基板に保持される被保持部は複数個に分割した分割被保持部からなるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向の一部を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項29の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に一部が非平行の面に対向する一部非平行対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に少なくとも両持ち梁と対向する基板電極との間で形成される非平行の傾斜面からなる空隙が最大間隔となる近傍の両持ち梁の基板に保持される被保持部は折りたたみ構造部からなるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向の一部を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信

頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項30の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持するようにしたので、より高い駆動周波数を得ることが可能となり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0066】請求項31の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は両持ち梁と組み合わせ構成する複数の部材の厚さ(t)と、引っ張り応力を正符号、圧縮応力を負符号とした応力(σ)のそれぞれの組み合わせを(t_1, σ_1)、(t_2, σ_2)、 \dots 、(t_n, σ_n)とすると、 $t_1 \cdot \sigma_1 + t_2 \cdot \sigma_2 + \dots + t_n \cdot \sigma_n / t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 0$ であるようにしたので、駆動周波数も高くすることが可能となり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項32の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は引っ張り応力(σ)、厚さ(t)、形成材料のヤング率(E)、基板に保持される両持ち梁の相対する両端部の2辺の一方の辺と他方の辺との間の距離(1)の間に、 $(t/1)^2 \geq \sigma/E$ の関係であるようにしたので、更に低い駆動電圧での駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0067】請求項33の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に基板には駆動する駆動回路の全部又は一部が形成されるようにしたので、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高くコンパクトな光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項34の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により基板の表面に当接して両持ち梁の他方の面に形成される空隙の間隔形状に沿って変形するようにしたので、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項35の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は基板電極間への駆動電圧の印加による静電力により変形した後に変形しない程度の逆極性の基板電極間との電圧を印加するするようにしたので、高周波駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。

【0068】請求項36の発明によれば、入射光を正反射する光反射膜を一方の面に組み合わせ構成する薄膜で形成され両端が固定されて静電力で変形する両持ち梁の他方の面に形成される空隙を介して両持ち梁に対向して駆動電圧を印加する基板電極の駆動電圧の印加による両持ち梁の変形を当接により規制して光反射膜の入射光の光変調を行う両持ち梁に対向する対向面からなる基板電

極を基板が凹部に形成して両持ち梁の被保持部を保持すると共に両持ち梁は両持ち梁の電位を基準として基板電極間との駆動電圧を正電圧と負電圧を交互に印加して変形するようにしたので、高周波駆動が可能になり、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が更に安定で信頼性も高い光変調装置を提供することが出来るようになった。請求項37の発明によれば、基板上に空隙を形成した後に犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにしたので、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようになった。請求項38の発明によれば、基板上に薄膜形成方法又は微細加工方法により基板上に凹部を形成する凹部形成工程と基板上の凹部に基板電極の全部又は一部を形成する基板電極形成工程と基板上の凹部に犠牲材料からなる犠牲材料層を形成する犠牲材料層形成工程と犠牲材料層上に両持ち梁を形成する両持ち梁形成工程と凹部の犠牲材料層を除去する犠牲材料層除去工程とからなり、基板上に空隙を形成した後犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにしたので、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようになった。請求項39の発明によれば、基板上に空隙を形成した後にシリコン酸化膜である犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにしたので、犠牲材料層が安定で、製造工程が少なく歩留まりと精度の高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようになった。

【0069】請求項40の発明によれば、基板上に空隙を形成した後に多結晶シリコン膜又はアモルファスシリコン膜である犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにしたので、CVDの手法を用いることができるので低コストで、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようになった。請求項41の発明によれば、基板上に空隙を形成した後に有機材料膜である犠牲材料からなる犠牲材料層を形成して基板を平坦化して両持ち梁を形成後に犠牲材料層を除去して光変調装置を製造するようにしたので、犠牲層材料層の形成が容易で低コストで、製造工程が少なく歩留まりの高い光変調装置の製造方法を提供することが出来るようになった。請求項42の発明によれば、複数の上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載

の光変調装置を独立駆動手段で各々独立に駆動して光情報の処理を行なうようにしたので、入射光束の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光束の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の光変調装置を具備する光情報処理装置を提供することが出来るようになった。請求項43の発明によれば、回動可能に保持されて形成画像を担持する画像担持体上を光り書き込みを行なって潜像を形成する上記請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置からなる潜像形成手段の光変調装置によって形成された潜像を顕像化してトナー画像を形成する現像手段で形成されたトナー画像を転写手段によって被転写体に転写して画像を形成するようにしたので、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光束の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の光変調装置を具備する画像形成装置を提供することが出来るようになった。

【0070】請求項44の発明によれば、画像投影データの入射光の反射方向を変えて光変調を行なって画像を投影する請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35又は36のいずれかに記載の光変調装置からなる光スイッチ手段の光変調装置が投影する画像を投影スクリーンに表示するようにしたので、入射光の反射方向を変えて光変調を行う構造が簡単で応答も速く、使用する入射光の波長が制限されることなく、作動が安定で信頼性も高く低電圧なので消費電力が小さい小型の光変調装置を具備する画像投影表示装置を提供することが出来るようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態例を示す光変調装置を説明する説明図である。

【図2】図1の平面図である。

【図3】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の状態を説明する説明図である。

【図4】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の他の状態を説明する説明図である。

【図5】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の状態を説明する説明図である。

【図6】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の他の状態を説明する説明図である。

【図7】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置を説明する説明図である。

【図8】図7の平面図である。

【図9】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の状態を説明する説明図である。

【図10】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の他の状態を説明する説明図である。

【図11】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の状態を説明する説明図である。

【図12】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の他の状態を説明する説明図である。

【図13】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の状態を説明する説明図である。

【図14】図13の平面図である。

【図15】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の主要部の状態を説明する説明図である。

【図16】図15の平面図である。

【図17】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置を説明する説明図である。

【図18】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置を説明する説明図である。

【図19】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の主要部の工程を説明する説明図である。

【図20】図19の平面図である。

【図21】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図22】図21の平面図である。

【図23】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図24】図23の平面図である。

【図25】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図26】図25の平面図である。

【図27】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図28】図27の平面図である。

【図29】本発明の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図30】図29の平面図である。

【図31】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の主要部の工程を説明する説明図である。

【図32】図29の平面図である。

【図33】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図34】図29の平面図である。

【図35】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図36】図35の平面図である。

【図37】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図であ

る。

【図 38】図 37 の平面図である。

【図 39】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 40】図 39 の平面図である。

【図 41】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 42】図 41 の平面図である。

【図 43】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 44】図 43 の平面図である。

【図 45】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 46】図 45 の平面図である。

【図 47】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 48】図 47 の平面図である。

【図 49】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 50】図 49 の平面図である。

【図 51】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 52】図 51 の平面図である。

【図 53】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 54】図 53 の平面図である。

【図 55】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 56】図 55 の平面図である。

【図 57】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 58】図 29 の平面図である。

【図 59】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 60】図 59 の平面図である。

【図 61】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 62】図 61 の平面図である。

【図 63】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図であ

る。

【図 64】図 63 の平面図である。

【図 65】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 66】図 65 の平面図である。

【図 67】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 68】図 67 の平面図である。

10 【図 69】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 70】図 69 の平面図である。

【図 71】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 72】図 71 の平面図である。

20 【図 73】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 74】図 73 の平面図である。

【図 75】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 76】図 75 の平面図である。

【図 77】本発明の他の実施の形態例を示す光変調装置の製造方法の他の主要部の工程を説明する説明図である。

【図 78】図 77 の平面図である。

30 【図 79】本発明の実施の形態例を示す光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像形成装置を説明する説明図である。

【図 80】本発明の実施の形態例を示す光変調装置を具備する光情報処理装置及びその光変調装置を具備する画像投影表示装置を説明する説明図である。

【符号の説明】

0 光変調装置

1 光反射膜

2 両持ち梁、2 a 被保持部、2 a₁~_n 分割被保持部、2 b 2 辺、2 b₁ 一方の辺、2 b₂ 他方の辺、2 c 他の 2 辺、2 c₁ 他の一方の辺、2 c₂ 他の方の辺、2 d 駆動回路、2 e 折りたたみ構造部、2 f 梁電極、2 g コーナ部、2 h 滑らか外形部

3 基板電極、3 a 対向面、3 a₁ 平行対向面、3 a₂ 一部非平行対向面、3 a₃ 複数非平行対向面、3 a₄ 全面非平行対向面 4 基板、4 a 凹部、4 b

酸化膜、4 c シリコン基板、4 d 表面

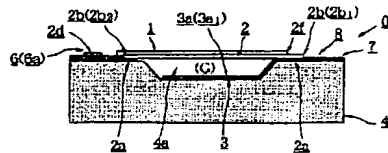
5 犠牲材料層

50 6 駆動回路、6 a 電子回路

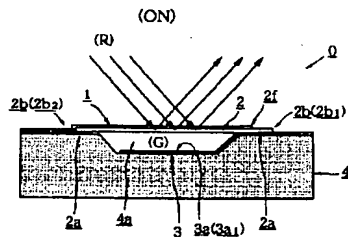
7 保護膜
 8 パッド開口部
 10 光変調装置
 100 光変調装置
 200 光情報処理装置
 201 独立駆動手段
 202 光源
 203 第1のレンズシステム
 204 第2のレンズシステム
 205 投影レンズ
 206 絞り
 207 回転カラーホール
 208 マイクロレンズアレー
 300 画像形成装置
 301 画像担持体

302 潜像形成手段
 303 現像手段
 304 転写手段
 305 帯電手段
 306 定着手段
 307 排紙トレイ
 308 クリーニング手段
 400 画像投影表示装置
 401 光スイッチ手段
 10 402 投影スクリーン
 (a) 凹部形成工程
 (b) 基板電極形成工程
 (c) 犠牲材料層形成工程
 (d) 両持ち梁形成工程
 (e) 犠牲材料層除去工程

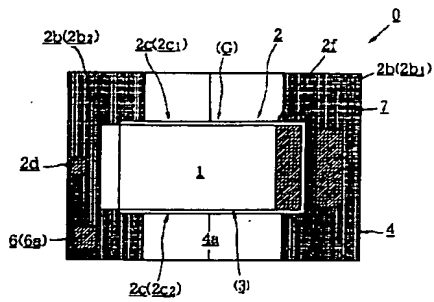
【図1】



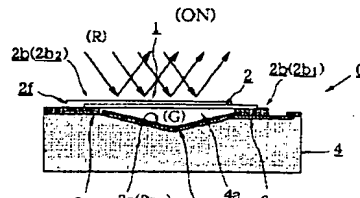
【図3】



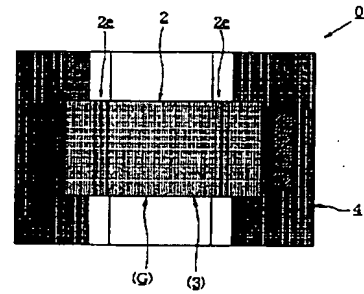
【图 8】



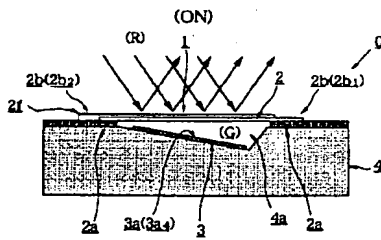
【図9】



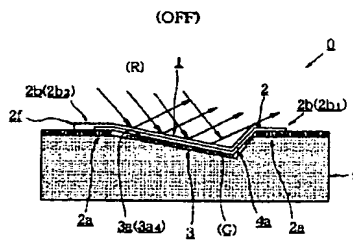
【图 14】



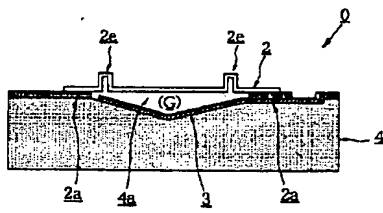
【图 1 1】



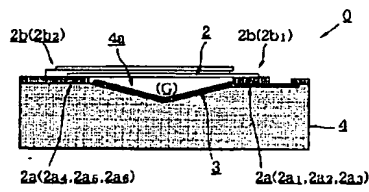
【図 12】



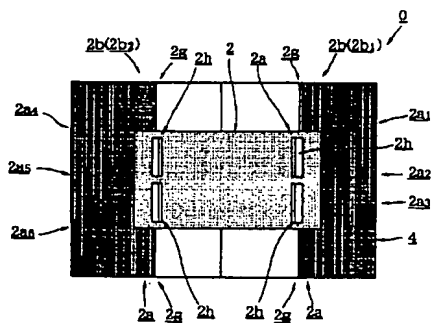
【图 13】



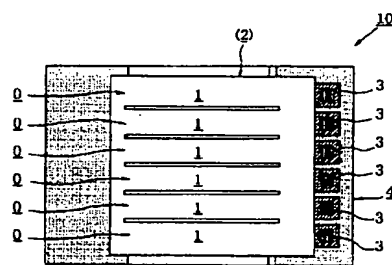
【図 15】



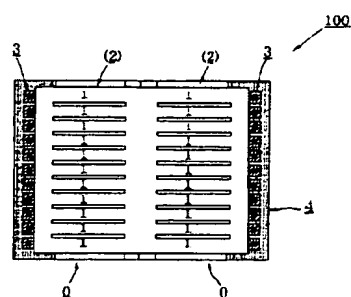
【図 16】



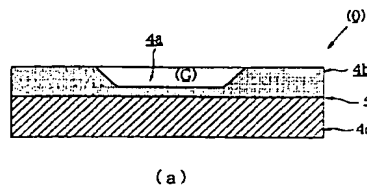
【図 17】



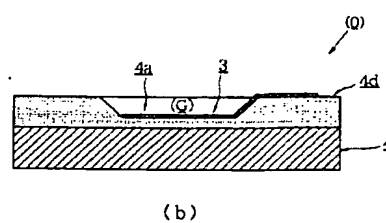
【図 18】



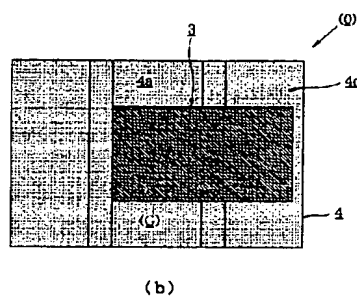
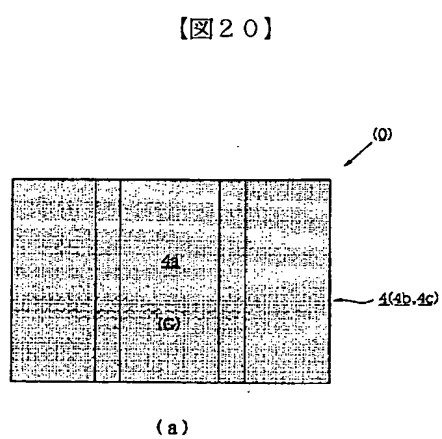
【図 19】



【図 21】

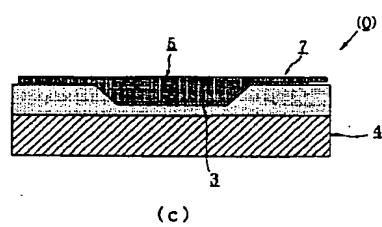


【図 22】

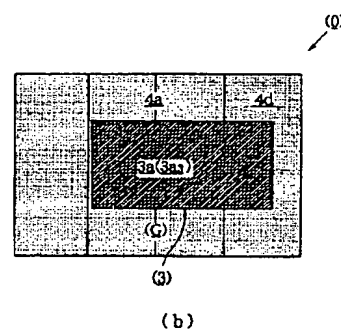
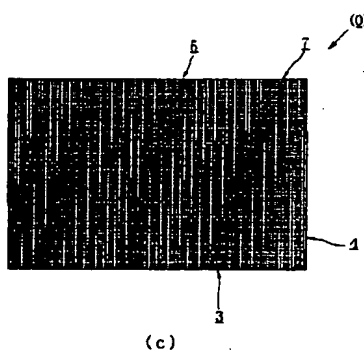


【図 34】

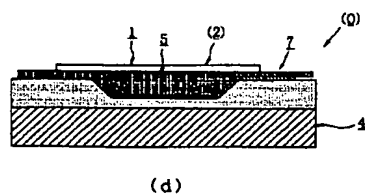
【図 23】



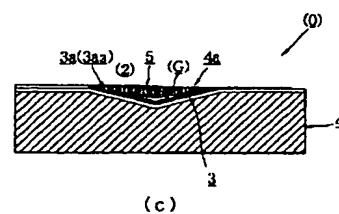
【図 24】



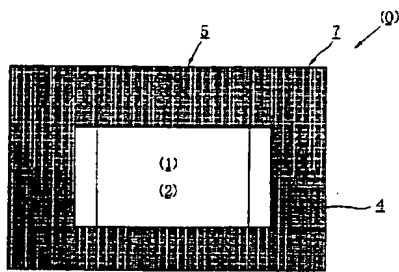
【図 25】



【図 35】

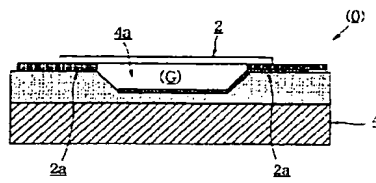


【図26】



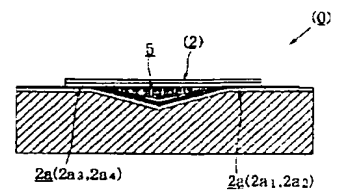
(d)

【図27】



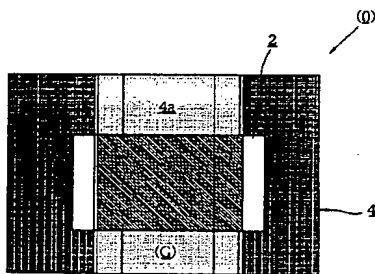
(e)

【図37】



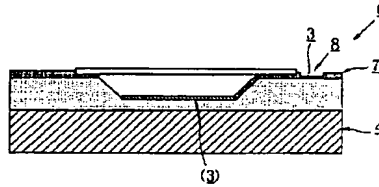
(d)

【図28】

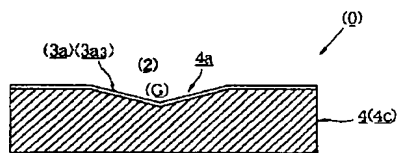


(e)

【図29】

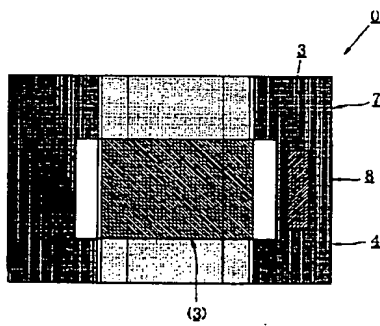


【図31】



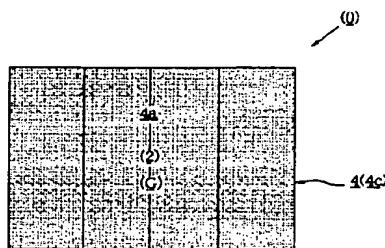
(a)

【図30】



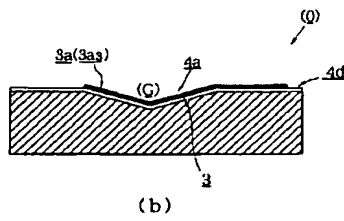
(3)

【図32】

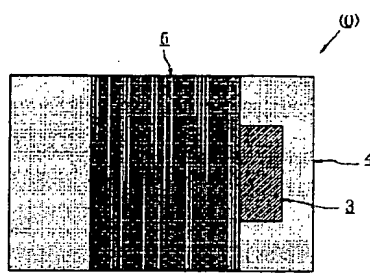


(a)

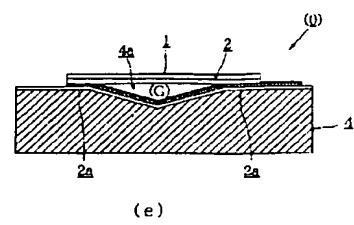
【図33】



【図36】

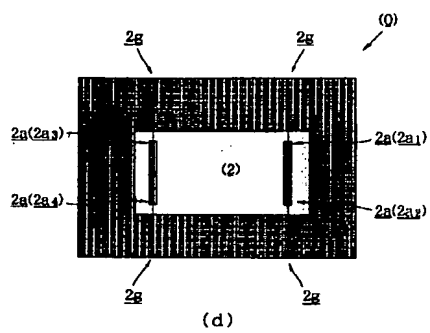


【図39】

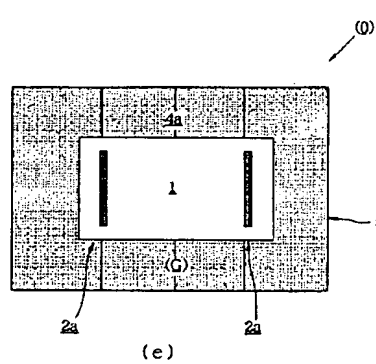


(c)

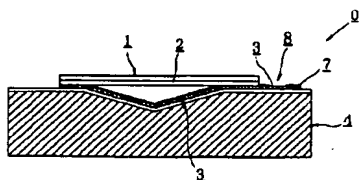
【図38】



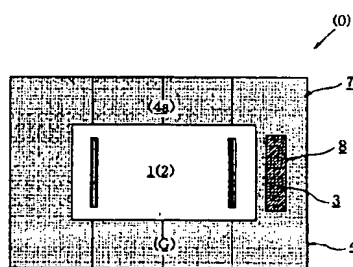
【図40】



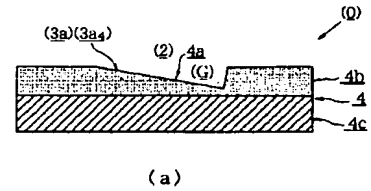
【図41】



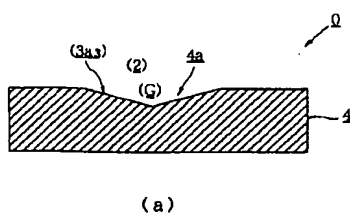
【図42】



【図43】

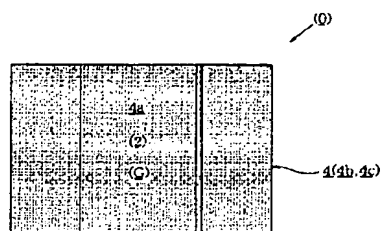


【図55】



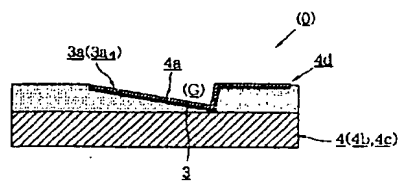
(a)

【図44】



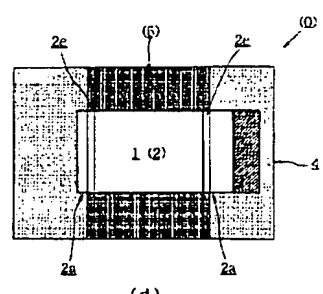
(a)

【図45】



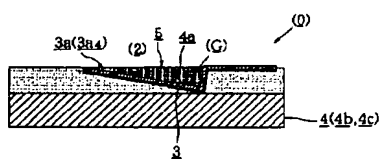
(b)

【図62】



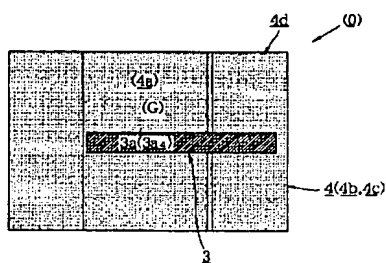
(d)

【図47】



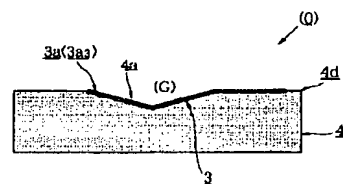
(c)

【図46】



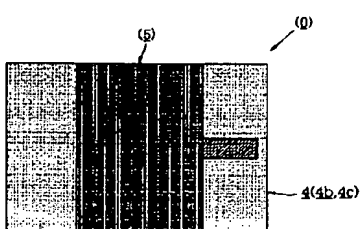
(b)

【図57】



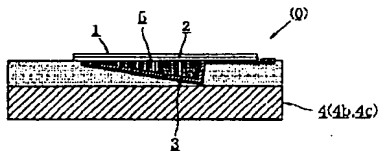
(b)

【図48】



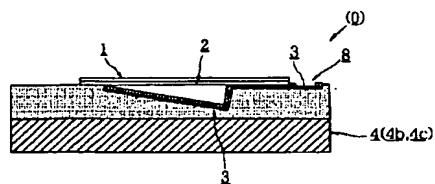
(c)

【図49】

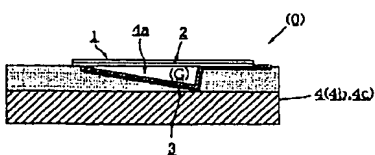


(d)

【図53】

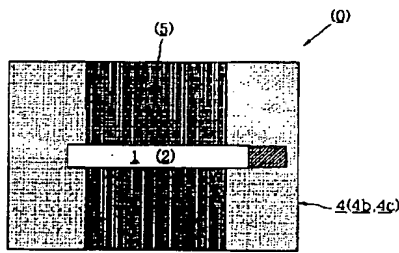


【図51】



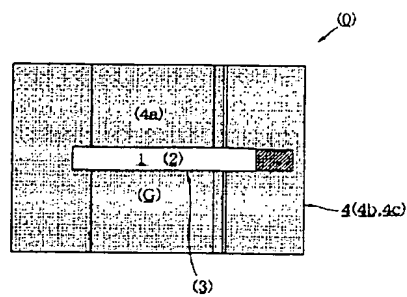
(e)

【図50】



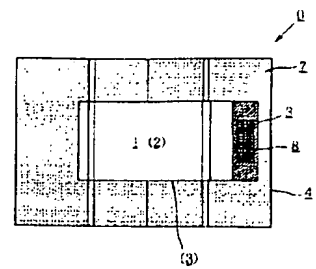
(d)

【図52】

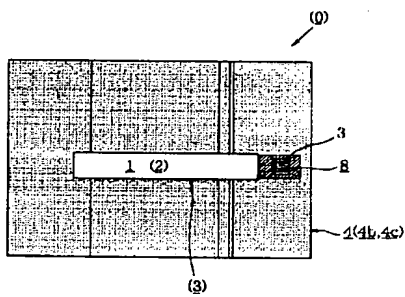


(e)

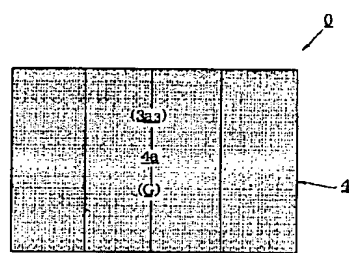
【図66】



【図54】

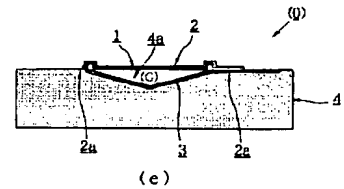


【図56】

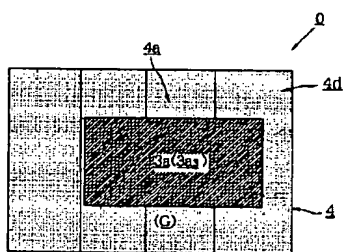


(a)

【図63】

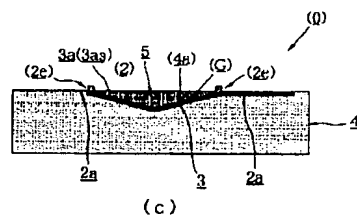


【図58】



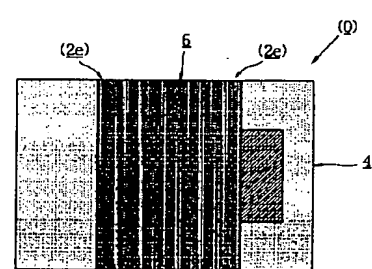
(b)

【図59】



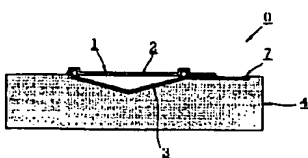
(c)

【図60】

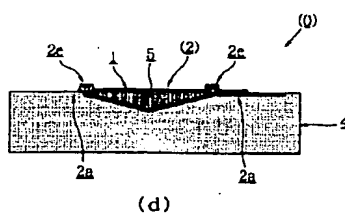


(c)

【図65】

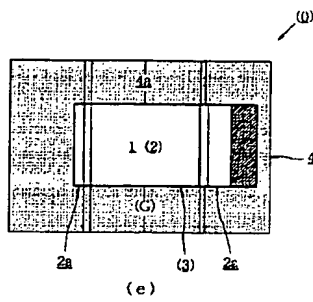


【図61】

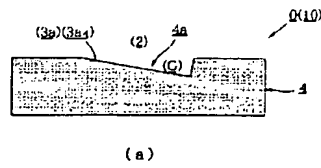


(d)

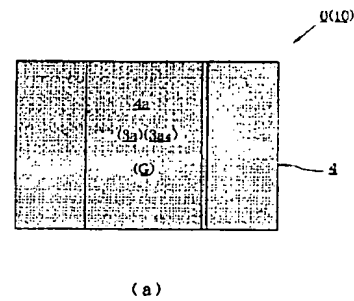
【図64】



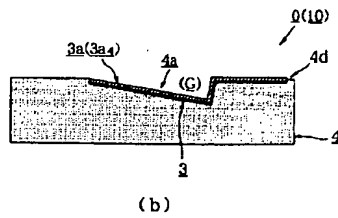
【図67】



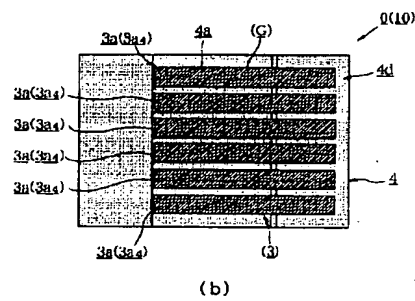
【図68】



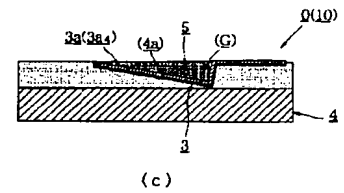
【図69】



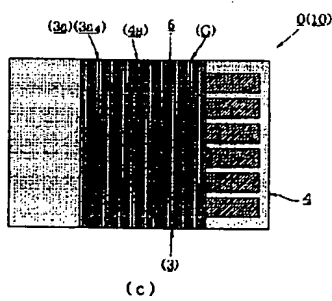
【図70】



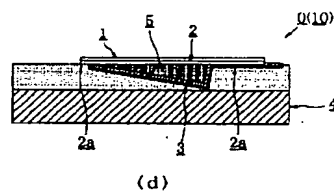
【図71】



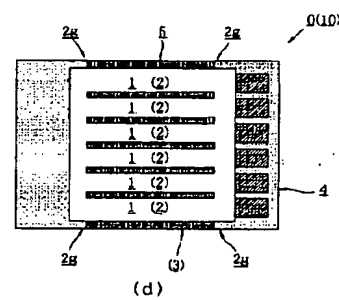
【図72】



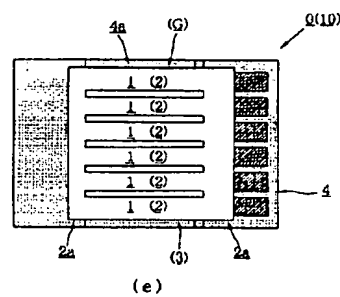
【図73】



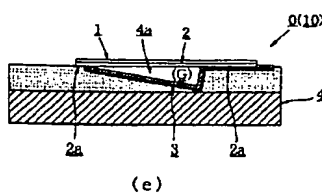
【図74】



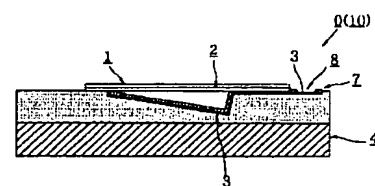
【図76】



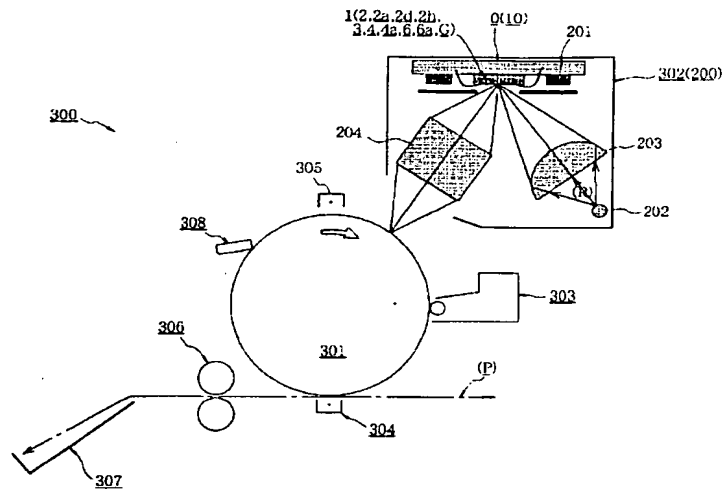
【図75】



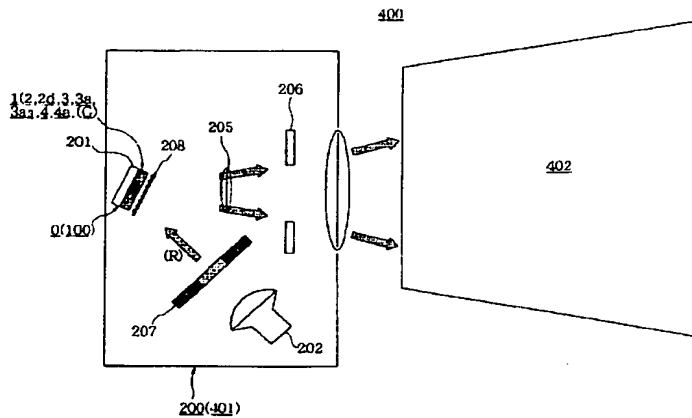
【図77】



【图 79】



【図 80】



テーマコード (参考)

1 0 4 Z
V

(72)発明者 太田 英一
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

Fターム(参考) 2C162 AE21 AE28 FA09 FA45 FA50
2H041 AA16 AB38 AC06 AZ02 AZ08
5C051 AA02 CA06 DA01 DB02 DB08
DB22 DB24 DB28 DC04 DC05
DC07 DE26
5C058 AA18 EA11 EA27
5C072 AA03 BA02 BA03 DA02 DA04
DA21 DA23-HA01 HA14 HB15